



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ECONOMÍA

Impacto económico y ecológico del cambio climático y alternativas energéticas para frenarlo en México, 1980-2012.

TESIS

Que para obtener el grado de:

Licenciado en Economía

P R E S E N T A

Díaz Padilla Leslie Jazmín

DIRECTOR DE TESIS

Mtro. Edmar Ariel Lezema Rodriguez

Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2017



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.

A mi papá por el infinito apoyo y paciencia.

ÍNDICE

Introducción	1
--------------	---

Capítulo Primero

Impactos del cambio climático

1) Impactos del cambio climático	9
1.1) Ecosistema acuático	13
1.2) Aumento en el nivel del mar	15
1.3) Disponibilidad de agua	24
1.4) Impacto en la agricultura y suministro de alimentos	33
1.5) Ecosistema terrestre	39
1.6) Desastres naturales	42
1.7) Impacto en la salud humana	47
1.8) Migración	50
1.9) Costos económicos	52

Capítulo Segundo

Adaptación y mitigación ante el cambio climático

2) Adaptación y mitigación ante el cambio climático	55
2.1) Protocolo de Kioto	56
2.2) Legislación de México	69
2.3) Empresas	79

Capítulo Tercero

Alternativas energéticas

3) Alternativas energéticas	85
3.1) Fuentes renovables de energía no contaminantes	91
a) Energía azul	91
b) Energía eólica	92
c) Energía geotérmica	96
d) Energía hidráulica	98
e) Energía mareomotriz	101
f) Energía solar	101
g) Energía undimotriz	103
3.2) Fuentes renovables de energía contaminantes	104
a) Biomasa	104
b) Bioetanol	105
c) Biodiesel	108
3.3) Energía nuclear	109
Conclusiones	114
Bibliografía	125

Siglas

AAU Montos Asignados Anualmente

AMDEE Asociación Mexicana de Energía Eólica

CER Certificados de Reducción de Emisiones

CFE Comisión Federal de Electricidad

CIA Central Intelligence Agency

CICC Comisión Intersecretarial de Cambio Climático

CMNUCC Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

COFEPRIS Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios

COMEGEI Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y Captura de Gases de Efecto Invernadero

CONAGUA Comisión Nacional del Agua

EJF Environmental Justice Foundation

ENACC Estrategia Nacional de Cambio Climático

ERU Unidades de Reducción de Emisiones

ESCO Energy Service Companies - Empresas de Servicios Energéticos

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

GEI Gases de Efecto de Invernadero

IDH Índice de Desarrollo Humano

IOM International Organisation for Migration - Organización Internacional para las Migraciones

IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change - Grupo Intergubernamental de Expertos de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

IPP Productores Independientes de Energía

LBOGM Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados

MDL Mecanismo de Desarrollo Limpio

NASA National Aeronautics and Space Administration

OCDE Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

OMS Organización Mundial de la Salud

ONU Organización de las Naciones Unidas

PACCM Programa de Acción Climática de la Ciudad de México

PECC Programa Especial de Cambio Climático

PECC Programa Especial de Cambio Climático

PNUMA Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

RMU Unidades de Remoción de Emisiones

SEMARNAT Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

SINAPROC Sistema Nacional de Protección Civil

SMN Servicio Meteorológico Nacional

WANO World Association of Nuclear Operators - Asociación Mundial de Operadores Nucleares

WRI World Resources Institute

Introducción

A lo largo de la historia ha prevalecido un enfoque de antropocentrismo del hombre frente a su entorno, situación que se ve plasmada en la gran mayoría de las teorías económicas. Esto se exagera con la instauración del capitalismo como sistema económico dominante.

A pesar de lo que digan sus defensores, a partir de la entrada del neoliberalismo en la década de 1980, el capitalismo dejó de ser un sistema impulsor del ascenso en el nivel de vida poblacional, mucho menos de la soberanía nacional. Si bien la tecnología ha avanzado rápidamente bajo el capitalismo, todas las innovaciones tienen como fin el aumento de las ganancias, a su vez que han estado atadas a la explotación de petróleo. Entonces se han generado procesos de subordinación entre naciones y de las naciones al mercado, a su vez que se fomentan las condiciones para la devastación ambiental.

La misma naturaleza del capitalismo es devastadora, debido a su continua expansión en busca de aumentar sus ganancias. Esto no sólo provoca la explotación al ser humano sino también de los recursos naturales. La continuidad de esta práctica provocará la extinción de los recursos naturales hasta llegar a un punto en el que el planeta Tierra no sea más que un cuerpo celeste inhabitable.

El mundo actual atraviesa por numerosas crisis, ya sean económicas o sociales, pero sin duda la más grave es la crisis ecológica, ya que esta siempre tiene un impacto en las demás. El cambio climático, la contaminación del agua, la pérdida de diversidad biológica, el incremento de la introducción de sustancias químicas tóxicas, no hacen más que deteriorar la calidad de vida de la población mundial.

Se ha contemplado al proceso económico como un sistema aislado tanto del entorno social como del medio ambiente. Los factores productivos se transforman, sin pérdida alguna, en bienes y servicios sustentados por un flujo circular de renta entre hogares y empresas. Al visualizar al proceso económico de esta forma automáticamente se establece al medio ambiente como un factor externo. No se analizan ni cuantifican los complejos vínculos entre la biodiversidad, los servicios de los ecosistemas y la sociedad.

Ante la imposibilidad de seguir considerando al medio ambiente como algo separado del sistema económico se reaccionó mediante la monetización de los recursos naturales. Se llevo el instrumental de la economía hacia la valoración de las externalidades medioambientales, sometiénolos a la lógica tradicional de costo-beneficio. Lo que dio surgimiento a una ideología que permite continuar con el modelo productivo capitalista con las “correcciones pertinentes”, dicha ideología se denomina desarrollo sustentable.

El desarrollo sustentable, de acuerdo al Informe Brundtland, se define como el satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro para atender sus propias necesidades.

Sin embargo, se debe recalcar que en economía neoclásica, a medida que se un recurso se vuelve más escaso, el valor económico de la unidad siguiente de ese recursos aumenta, es decir, su valor es superior a la unidad que desapareció previamente. En este contexto, no se favorece la conservación del ambiente, ya que produce más ganancias seguir utilizando las siguientes unidades de recursos naturales en riesgo, pues en términos monetarios aumentarán de valor. Entonces, la degradación ocurre cuando las ganancias derivadas de las actividades que causan dicha degradación, son mayores que los beneficios monetarios que se podrán obtener preservando los recursos intactos. Esta peligrosa lógica se incrusta en los análisis económicos que se realizan en la planificación del manejo del medio ambiente en varios países, incluidos el nuestro.

A pesar de este gravísimo error el informe Brundtland tiene un merito, el cual es el análisis de las interrelaciones y los mecanismos entre el despilfarro en los países desarrollados y la pobreza de los países subdesarrollados. Sin embargo, éste afirma que para conseguir un desarrollo sostenible es necesario que continúe el crecimiento económico a nivel mundial así como la intervención de los países desarrollados en los subdesarrollados.

El mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad es algo más que un proceso puramente cuantitativo, la cual no puede ser medido con crecimiento económico. La excesiva importancia que se le otorga al Producto Interno Bruto (PIB) obscurece los obstáculos estructurales para el desarrollo

que quedan en muchos países. Al otorgarle una excesiva importancia a los indicadores cuantificables, se puede llegar a entender por desarrollo una clonación de la forma de vida de los países que fungen como modelo, los cuales han sido los principales causantes de la crisis medio ambiental justamente por su intervención en los países subdesarrollados.

Al respecto, se busca hacer operativo el concepto de desarrollo sustentable e integrarlo a los procesos de tomas de decisiones, así como distinguir los problemas que se originan debido a la falta de desarrollo y aquéllos que se derivan de dicha situación. Al utilizar el termino desarrollo en lugar de crecimiento económico se implica un avance, ya que se aceptan las limitaciones de los indicadores como reflejo de bienestar de una nación y agregarle además en aras de la sustentabilidad aspectos como calidad de vida, educación, nivel nutricional, acceso a factores de bienestar espiritual y libertad.

Sin embargo, se nota la falta de congruencia en este ideología adoptada por el capitalismo. Se pretende resolver el problema medio ambiental mediante la monetización de un sistema que no es ni puede ser regido por el sistema económico actual. Por el contrario, tal como lo plantea la economía ecológica, el sistema económico está subordinado al sistema medio ambiental, a la biosfera por ser este el sistema más amplio. Esta dinámica es restringida y debe de ser compatible con las leyes que gobiernan a la biosfera, éstas leyes se denominan leyes de la termodinámica.

Se rescata la ideología de limitación al consumo así como de mejoramiento de la calidad de vida de toda la población.

El reto de este inicio de siglo y del futuro para los economistas es ampliar el campo de estudio para llevar a cabo la transición a un sistema económico que no este basado en el crecimiento sino en la redistribución de la riqueza a nivel mundial, subordinado a la biosfera.

Por lo tanto, es objetivo de este trabajo el resaltar los efectos devastadores que el sistema capitalista tiene sobre el medio ambiente, por ser un tema tan basto se enfocara solamente en el cambio climático. Se pretende identificar y analizar los costos ecológicos, económicos y sociales del cambio climático en México.

Los resultados presentados permitirán identificar tres aspectos fundamentales:

- a) El cambio climático tiene impactos significativos en la economía mexicana.
- b) Los costos de la inacción son más elevados que los de adaptación y mitigación, ya que es más eficiente actuar ahora que dejar el problema para las generaciones futuras, más allá de las cuestiones morales que ello conlleva.
- c) Existe una gran gama de opciones energéticas para sustituir el modelo basado en carbón.

Antes de definir que es clima climático, es importante mencionar que el clima de la Tierra es fruto de la constante y compleja interacción entre la atmósfera, los océanos, las capas de hielo y nieve, los continentes y la vida en el planeta. Por lo que, su estudio implica muchas dimensiones: la ciencia, la economía, la sociedad, la política, así como cuestiones morales y éticas.

El término cambio climático suele usarse de manera inapropiada para hacer referencia tan sólo a los cambios climáticos que suceden en el presente, utilizándolo como sinónimo de calentamiento global. Sin embargo, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) usa el término cambio climático sólo en referencia al cambio ocasionado por la actividades humanas. Entonces el cambio climático se define como: *“un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables”*.¹

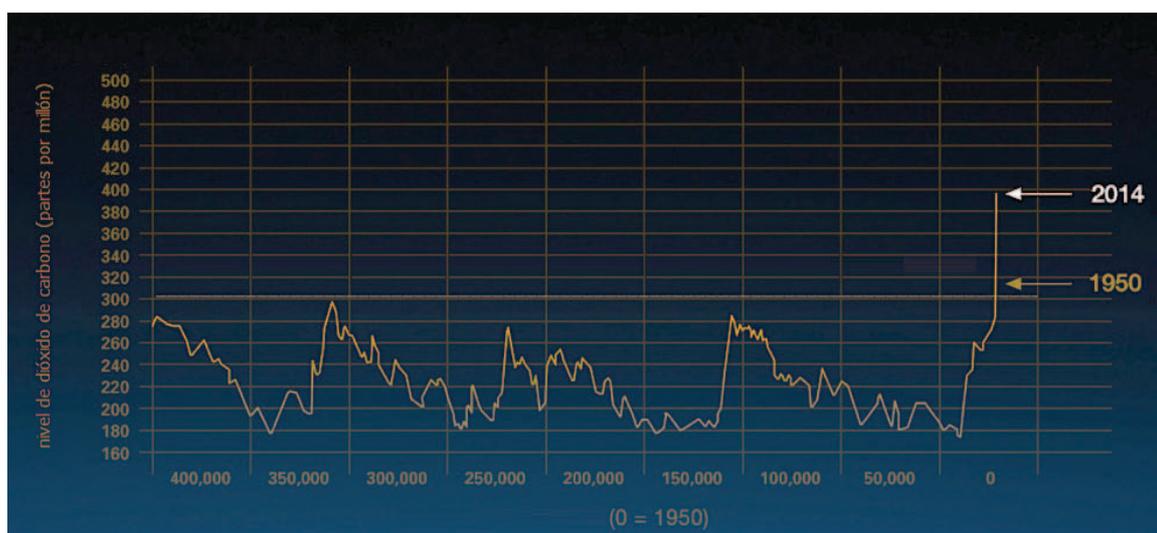
Los gases de efecto de invernadero (GEI) son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido de nitrógeno (N_2O), los gases industriales sintéticos fluorados (CFC, HFC, PFC, SF_6 , etc.) y el ozono (O_3).

Actualmente, los cambios en el clima global inducidos por cambios en la concentración atmosférica de GEI están causando cambios mucho más rápidos que los experimentados durante millones de años. Los incrementos en la temperatura del planeta que en el pasado transcurrían a lo largo de diez

¹ http://www.cinu.mx/minisitio/cambio_climatico/ Consultado el 21 de abril de 2015.

mil años están ocurriendo ahora en unas pocas décadas. Por lo tanto, el potencial de adaptación biológica de muchas especies está siendo superado por la velocidad de las transformaciones.

Imagen I: Niveles de CO_2 (partes por millón) en el planeta, 400,000 A.C.-2014.



Fuente: <http://climate.nasa.gov/evidence/>

El clima de la Tierra ha cambiado a lo largo de la historia. Sólo en los últimos 650 mil años, ha habido siete ciclos de avance y retroceso de los glaciares, con el abrupto final de la última edad de hielo, hace unos 7 mil años, que marca el comienzo de la era climática moderna y de la civilización humana. La mayoría de estos cambios climáticos son atribuidos a muy pequeñas variaciones en la órbita de la Tierra que cambian la cantidad de energía solar que recibe nuestro planeta.

La concentración atmosférica preindustrial de CO_2 es de entre 250 y 280 ppm, la cual ha aumentado hasta más de 380 ppm, cifra superior a cualquier otra época de los últimos 650 mil años.

La capacidad de estos gases para absorber la radiación térmica varía mucho. Por ejemplo, el metano es 20 veces más efectivo que el CO_2 como GEI, pero el CO_2 es el más importante para el proceso de cambio climático.

Debido a que es más abundante, y de hecho contribuye en un 60% al efecto invernadero.²

En el análisis de los impactos del cambio climático en el medio ambiente, surgen tres conceptos de suma importancia: vulnerabilidad, sensibilidad y capacidad de adaptación.

Según el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) la vulnerabilidad al cambio climático se define como el grado hasta el cual un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a efectos adversos del cambio climático, incluidas la variabilidad y los extremos del clima.³

Por otro lado, el IPCC define sensibilidad como el grado en el que se está influyendo en un sistema, ya sea perjudicándolo o en su beneficio, por razón de estímulos relacionados con el clima.

Al respecto, el efecto del cambio climático en un sistema puede ser:

- a) Directo (por ejemplo: un cambio del rendimiento de cosechas en respuesta a un cambio del valor medio de la variabilidad de la temperatura).
- b) Indirecto (por ejemplo: daños causados por un aumento de la frecuencia de inundaciones en la costa por razón de una subida del nivel del mar).

Finalmente, la capacidad de adaptación se define como la habilidad de un sistema de ajustarse al cambio climático, incluida la variabilidad del clima y sus extremos, para moderar daños posibles, aprovecharse de oportunidades o enfrentarse a las consecuencias.

Uno de los factores fundamentales para la capacidad de adaptación de la sociedad, es el acceso y control que puedan tener sobre los recursos naturales, humanos, sociales, físicos y financieros. Los recursos que afectan la capacidad de adaptación son los siguientes:⁴

a) Humanos: Se refieren al conocimiento de los riesgos climáticos, de técnicas de agricultura de conservación y salud compatible con el trabajo.

² <http://www.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Frenar-el-cambio-climatico/Ciencia/Efecto-invernadero/> Consultado el 21 de abril de 2014.

³ <https://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/impact-adaptation-vulnerability/impact-spm-ts-sp.pdf> Consultado el 22 de abril de 2014.

⁴ http://www.careclimatechange.org/tk/integration/es/conceptos_clave/capacidad_de_adaptacion.html Consultado el 22 de abril de 2014.

b) Sociales: Se refieren a los grupos de ahorro y crédito a mujeres, así como organizaciones campesinas, instituciones tradicionales de bienestar y de apoyo social.

c) Físicos: Se refieren a la infraestructura de riego y a instalaciones para el almacenamiento de semillas y granos.

d) Naturales: Se refieren a fuentes hídricas confiables, suelo fértil, vegetación y árboles.

e) Financieros: Se refieren a micro seguros y otras fuentes de ingreso.

El cambio climático representa un desafío único para la economía, ya que en la lógica capitalista, es la mayor externalidad negativa global,⁵ y debido a su magnitud este determinará en gran medida las características y condiciones no sólo del desarrollo económico, sino principalmente de calidad de vida en este siglo.

El cambio climático generado por el ser humano es tanto un problema ambiental como un problema económico de la mayor relevancia. Debido a que toda acción encaminada a mejorar el medio ambiente implica necesariamente costos, pero también porque el dejar de actuar tendrá no sólo costos económicos sino sociales aun mayores en el mediano y largo plazos.

Además el problema es global, lo que está provocando cientos de miles de víctimas cada año e impactando diversas actividades económicas, ubicando a este fenómeno como un asunto de seguridad mundial. Por ello, se necesita que los encargados de las finanzas y políticas públicas de los distintos países se involucren más seriamente en los asuntos ambientales.

Sin embargo, no se debe creer que el principal actor en la tarea de preservar el ambiente deba ser el gobierno a través de la instrumentación de políticas públicas. Aun cuando tiene un papel muy importante y debe asumir su responsabilidad en esta tarea, los esfuerzos que se hagan sólo serán exitosos si el sector privado, y específicamente las empresas, asume su responsabilidad e inserta la preservación y mejora del ambiente como un factor fundamental de su estrategia de negocios.

⁵ STERN, N., (2007), Informe Stern: La economía del Cambio Climática, Reino Unido, HM Treasury.

Ante la nula acción encaminada por los gobiernos alrededor del mundo, nuevos descubrimientos científicos muestran que el cambio climático está superando hasta las peores previsiones realizadas por los científicos de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 2007, por lo que las alteraciones en el sistema climático se están acercando a un punto de no retorno.⁶

Las conclusiones apuntan que son aquellos países que menos han contribuido al proceso del cambio climático los que sufrirán más sus consecuencias.

Al respecto, México se ubica entre los países con mayor vulnerabilidad, debido a que 15% de su territorio nacional, 68.2% de su población y 71% de su PIB,⁷ se encuentra altamente expuestos al riesgo de impactos adversos directos del cambio climático.⁸

En el primer capítulo se analiza como el sistema capitalista ha sido el causante del cambio climático así como sus impactos tanto ecológicos como económicos a nivel global y en México.

En el segundo capítulo se presentan y analizan las acciones de adaptación y mitigación ante el cambio climático propuestas bajo la lógica capitalista del desarrollo sustentable.

En el tercer capítulo se presentan las alternativas energéticas disponibles para sustituir el modelo energético actual basado en carbón.

⁶ <http://economicsandpeace.org/wp-content/uploads/2011/09/2009-GPI-Results-Report-.pdf> Consultado el 9 de febrero de 2015.

⁷ https://www.globalcreditportal.com/ratingsdirect/renderArticle.do?articleId=1318252&SctArtId=236925&from=CM&nsl_code=LIME&sourceObjectId=8606813&sourceRevId=1&fee_ind=N&exp_date=20240514-20:34:43 Consultado el 21 de abril de 2015.

⁸ Greenpeace, (2010), México ante el cambio climático. Evidencias, impactos, vulnerabilidad y adaptación.

Capítulo 1: Impactos del cambio climático

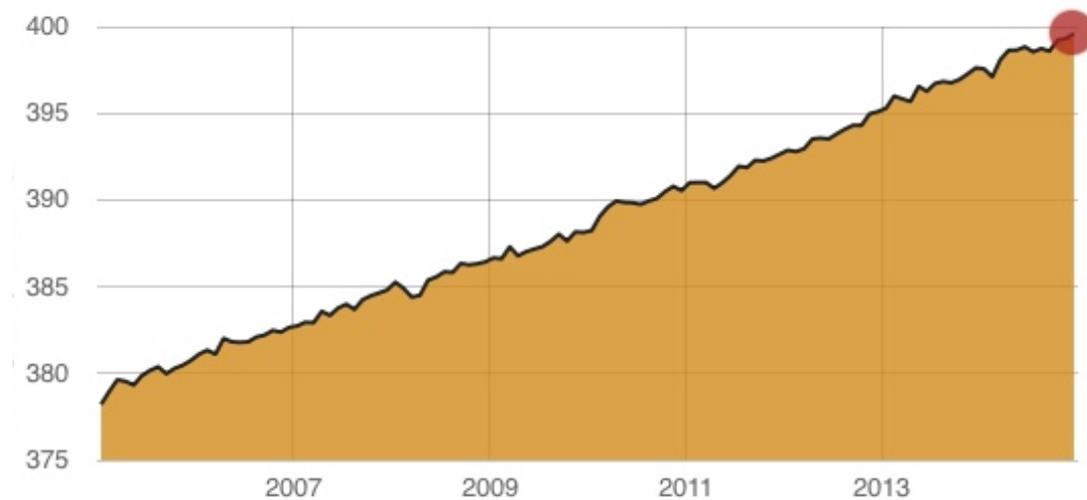
El siglo XX se caracterizó por un crecimiento acelerado de la sociedad y en consecuencia un crecimiento del impacto de la sociedad en los ecosistemas, por lo que la capacidad futura de la biosfera está en riesgo. Actualmente, el planeta Tierra se encuentra utilizando 50% más de su capacidad de regeneración¹, lo que es prueba de que el ser humano ha agotado y degradado el medio ambiente del cual depende para sobrevivir más allá de sus límites, es decir la velocidad de regeneración del medio ambiente ha sido rebasada por la velocidad de devastación ocasionada por el ser humano. Esta situación se agravó exponencialmente desde los inicios de la Revolución Industrial.

El cambio climático es una realidad y es la mayor amenaza que enfrenta la vida tal y como la conocemos. La comunidad científica asegura que el cambio climático no es un fenómeno natural, sino el resultado de las emisiones de GEI producidas por la actividad humana, principalmente por la actividad capitalista petrolera.

Según datos del World Resources Institute (WRI) los seres humanos han añadido 2.3 billones de toneladas de CO_2 a la atmósfera en los últimos 200 años; de estos, la mitad se añadió en los últimos 30 años.

¹ http://www.footprintnetwork.org/es/index.php/newsletter/det/human_demand_outstripping_natures_regenerative_capacity_at_an_alarming_rate Consultado el 20 de diciembre de 2016.

Gráfica 1.1: Niveles de CO_2 (partes por millón) mundiales, 2005-2015

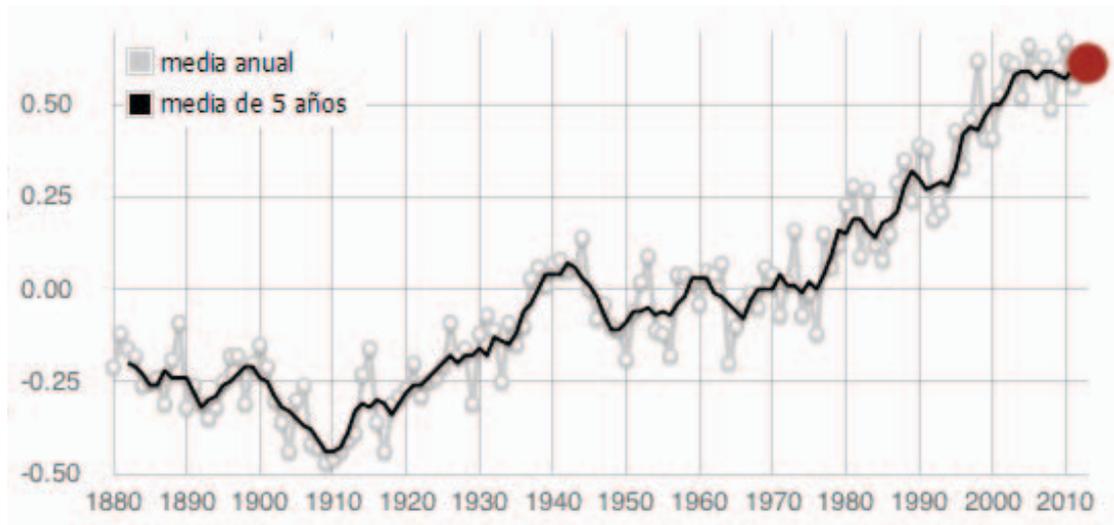


Fuente: <http://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/>

La grafica muestra los niveles de CO_2 en la atmósfera en los últimos años, corregida por ciclos estacionales promedio. Se puede observar como a pesar de los esfuerzos estas emisiones siguen en aumento.

Según el Grupo Intergubernamental de Expertos de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en ingles), estas emisiones y su constante aumento son responsables del aumento en la temperatura global, el cual seguirá produciéndose en las próximas décadas, hasta alcanzar niveles de entre $+1.4^{\circ}C$ y $+5.8^{\circ}C$ en todo el planeta de aquí a 2100 con respecto a las temperaturas de 1990.

Gráfica 1.2: Aumento de la temperatura mundial (°C), 1880-2014.



Fuente: <http://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>

En la grafica anterior se muestra el cambio en la temperatura de la superficie global relativa a las temperaturas medias del periodo 1951-1980. La línea gris representa la media anual, mientras que la negra muestra la media a cinco años.

Los 10 años más cálidos se encuentra de 1998 en adelante siendo el año 2010 (+0.67°C) el más caliente seguido del 2005 (+0.66°C).

El cambio climático es un fenómeno global, sin embargo sus consecuencias varían de región en región. Por ejemplo, en algunas regiones las precipitaciones aumentarán, mientras que en otras disminuirán.

El problema no acaba ahí, no sólo existe una gran variabilidad con respecto a las características de los cambios previstos, sino también existe variabilidad con respecto a la sensibilidad que presentarán los diferentes ecosistemas frente a dicho fenómeno. Cada ecosistema responderá de distinta manera y en diferente medida.

De estos cambios, muy pocos de ellos serán benéficos para la humanidad. Por ejemplo, en Siberia, o el Norte de Canadá, el aumento de la temperatura les permitirá expandir su temporada de cultivo, con la posibilidad de aumentar a su vez el área de cultivo. Además, en algunos otros países, el aumento de dióxido de carbono permitirá el cultivo de cierto tipo de plantas, aumentando así el rendimiento de los cultivos. Sin embargo, debido a que la

humanidad ha vivido gran parte de su historia con un determinado clima, el cambio de clima traerá más que nada consecuencias adversas.

Según la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en México, un aumento de la temperatura promedio de entre 3°C y 5°C afectará drásticamente al país. Debido a que el cambio de temperatura produciría sequías en casi 50% de las tierras cultivables.

Así mismo, es muy probable que el clima de México sea entre 2 y 4°C más cálido para el periodo 2020-2080, principalmente en la parte más continental del norte de México. Se espera que en verano las lluvias disminuyan hasta 5% en la parte centro de México. Mientras que en invierno es muy probable que se presente una reducción en precipitaciones pluviales cercanas a 15% en regiones del centro de México, y de menos de 5% en la zona del Golfo de México. Se proyectan retrasos en el inicio de las lluvias, con una extensión de la temporada de lluvias hacia los meses de otoño, para gran parte del país. Finalmente, los escenarios de clima para el 2020 implican reducciones moderadas en la aptitud para el cultivo de maíz de temporal e incrementos en la superficie no apta de hasta 4.2%.²

La adaptación por parte de los ecosistemas y de los asentamientos humanos, puede en algunos casos ser relativamente fácil de alcanzar, mientras que en otros casos será difícil, muy costoso o hasta imposible.

Para evaluar los efectos del cambio climático y su seriedad, se deberá tomar en cuenta no sólo la capacidad para adaptarse a largo plazo, sino también la capacidad de respuesta a dichos cambios. Así mismo, a los costos esperados de adaptación se les deberá sumar los costos de pérdidas ocasionados por el cambio climático.

La sensibilidad, la capacidad de adaptación y la vulnerabilidad varían mucho de región a región y de país a país. Particularmente, los países en desarrollo, como el nuestro, tienen menos capacidad de adaptación que los países desarrollados, lo que contribuye a la vulnerabilidad alta que tienen hacia los efectos devastadores del cambio climático.

Entonces, la evaluación de los impactos del cambio climático es aún más compleja, ya que el cambio climático no es el único problema ecológico

² MARTÍNEZ, J. (2007). *Efectos del cambio climático en México*. México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

provocado por el ser humano subordinado al sistema capitalista de producción. La pérdida de tierras cultivables, la sobre-extracción de agua del subsuelo y la pérdida de biodiversidad, son sólo algunos ejemplos de problemas ecológicos a nivel local o regional que están teniendo severos impactos en la actualidad. Si no son corregidos, estos tenderán a incrementar los impactos negativos que surgirán por el cambio climático. Además, la evaluación de impactos, adaptación y vulnerabilidad, se basa en una amplia gama de ciencias y disciplinas físicas, biológicas y sociales; consecuentemente utiliza una gran variedad de métodos e instrumentos.

1.1 Ecosistema acuático

A medida que el cambio climático ha generado el calentamiento del planeta, los océanos han respondido con mayor lentitud que los entornos terrestres. Sin embargo, diversas investigaciones científicas han descubierto que los ecosistemas marinos pueden ser mucho más sensibles que los sistemas terrestres, aun cuando el cambio en la temperatura mundial sea mínimo.

A lo largo del siglo pasado, el calentamiento global ocasionado por las actividades humanas que emiten CO_2 , ha generado un aumento aproximado de $0.6^{\circ}C$ en la temperatura media del planeta. En los océanos, este cambio ha sido de aproximadamente $0.1^{\circ}C$. Este calentamiento se ha producido desde la superficie hasta una profundidad de alrededor de 700 metros, donde habita la mayoría de la fauna y flora marinas.³

Quizás el organismo marino más vulnerable al cambio en las temperaturas es el coral. Hay pruebas de que el blanqueo de los arrecifes⁴ se produce incluso con el más mínimo aumento persistente de las temperaturas. El blanqueo retrasa el crecimiento de los corales, los hace más propensos a contraer enfermedades y puede causar la extinción masiva de arrecifes, y la

³ <http://environment.nationalgeographic.com/environment/global-warming/> Consultado el 21 de abril de 2014.

⁴ El blanqueos de los arrecifes se refiere a cuando a la pérdida de sus algas simbióticas.

gran mortalidad trae consigo persistentes anomalías en la temperatura de 3°C o más.

Además, los ecosistemas acuáticos más importantes se encuentran dentro de los arrecifes corales en diversas regiones a lo largo del mundo tropical y subtropical. Estos son especialmente ricos en biodiversidad, dentro de ellos la diversidad de especies presenta más phyla⁵ que las selvas tropicales y albergan más del 25% de todos los peces marinos conocidos. A su vez representan una cantidad significativa de recursos alimenticios para las comunidades costeras.

Otro organismo afectados por el cambio de las temperaturas es el krill⁶, un eslabón extremadamente importante en la base de la cadena alimentaria. Las investigaciones realizadas han demostrado que el krill se reproduce en cantidades significativamente inferiores cuando aumenta la temperatura de los océanos. Esto puede causar una reacción catastrófica en cadena, ya que al alterar el ciclo vital de los de los animales que se alimentan de krill, provoca a su vez escasez de alimentos para los depredadores superiores.

El aumento de la temperatura del mar también está asociado a la proliferación de especies invasoras y de enfermedades marinas. La homeostasis del ecosistema acuático depende de un gran número de factores, incluida la temperatura del agua. El aumento de la temperatura de un ecosistema puede favorecer la entrada de especies o bacterias foráneas que en el pasado habían quedado excluidas. Esta circunstancia puede forzar la migración e incluso la extinción de una o varias especies.

Los científicos también se muestran preocupados por la posibilidad de que el aumento de la temperatura de las aguas interrumpa la llamada cinta transportadora oceánica. Esta es el sistema global de corrientes oceánicas que regula en gran medida la temperatura de la Tierra. Su desaparición podría acelerar de forma catastrófica el cambio climático.

⁵ El filo (phylum, plural phyla), es una categoría en taxonomía situada entre el reino y la clase. Se usa en los reinos animales (que contiene 35 filo), fungi (que contiene 6), protistas y dominio bacterias.

⁶ Los eufausiáceos son un orden de crustáceos malacostráceos conocidos genéricamente como krill. Externamente son parecidos a los camarones, de unos 3 a 5 cm de longitud, muy abundantes en todas las aguas que circundan el Continente Austral y se alimentan fundamentalmente con algas. Son el alimento fundamental de numerosas especies antárticas, esto lo hace un elemento estratégico en la biología antártica, constituyendo quizá uno de los eslabones más importantes de la red trófica.

En nuestro país, los efectos del calentamiento de los océanos, se puede observar cada vez que ocurre el fenómeno climatológico denominado El Niño. Lo que ocasiona que la banda de corrientes ecuatoriales disminuya la velocidad de su flujo y las aguas oceánicas superficiales, más calientes que lo normal, se acumulan sobre las costas mexicanas. Cuando esto ocurre, la termoclina⁷ desciende a más de 30–50 metros, y la surgencia⁸ a la superficie de las aguas del fondo, cargadas de nutrientes, se detiene.

Cuando esto ocurre, los grandes cardúmenes de peces pelágicos sufren un colapso demográfico. Lo que ocasiona que las aves marinas fracasen en su anidación por falta de alimento, sus crías mueren por cientos de miles, y la flota pesquera enfrenta pérdidas inmensas.

Esta situación, junto con el aumento del nivel del mar, y la presión humana sobre las costas de todo el país, aumentan la presión sobre integridad de las costas y la producción sustentable de decenas de especies de pesquerías costeras y arrecifales como jaibas, lisas, bagres, mojarras, pargos, robalos, y sábalos.

1.2 Aumento en el nivel del mar

Durante la historia de la Tierra existe mucha evidencia de grandes cambios en el nivel del mar. Por ejemplo, durante el período de calentamiento antes del comienzo de la última edad de hielo, hace aproximadamente 120,000 años, la temperatura promedio mundial era superior a la actual. Es decir, el nivel del mar era aproximadamente 5 o 6 metros superior al de hoy en día. Cuando la cubierta de hielo estaba a su máximo hacia el final de la edad de hielo, hace aproximadamente 18,000 años, el nivel del mar era aproximadamente 100 metros menor al actual, lo que provocaba que Inglaterra estuviera unida al resto del continente europeo.⁹

⁷ La termoclina es una es una capa dentro de un cuerpo de agua o aire donde la temperatura cambia rápidamente con la profundidad o altura.

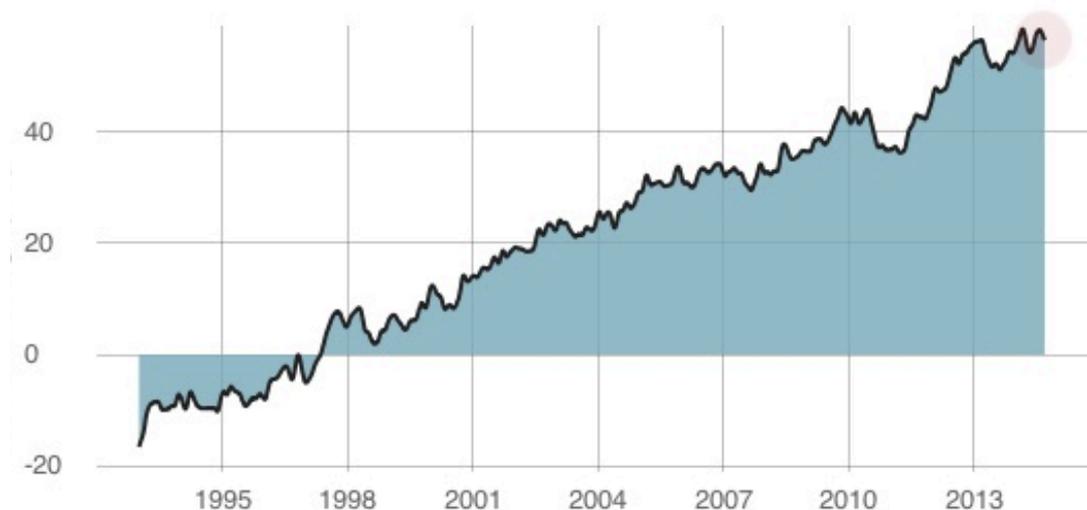
⁸ Las surgencias son un fenómeno oceanográfico que consiste en el movimiento vertical de las masas de agua, de niveles profundos hacia la superficie.

⁹ HOUGHTON, J. (2004). *Global Warming (3rd Edition)*. Reino Unido. Cambridge University Press.

A menudo se piensa que la principal causa de los cambios en el nivel del mar son debido al congelamiento o descongelamiento naturales de grandes capas de hielo en las regiones polares. Sin embargo, cambios entre periodos más cortos, tal como sucede en el actualidad, están principalmente influenciados por la combinación de factores relacionados con la actividad humana.

Durante el siglo pasado, la quema de combustibles fósiles y otras actividades, tanto humanas como naturales, liberaron en la atmósfera enormes cantidades de gases que atrapan el calor. Estas emisiones han provocado que la temperatura de la superficie de la Tierra haya aumentado y que los océanos hayan absorbido alrededor de un 80% de este calor adicional.¹⁰

Gráfica 1.3: Nivel del mar mundial (milímetros) 1993-2014.



Fuente: <http://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/>

El aumento del nivel del mar concuerda con el calentamiento global, de modo que el nivel de los océanos mundiales se incrementó a un promedio de 1.8 milímetros anuales desde 1961 y desde 1993 este aumento ha sido mas veloz hasta llegar a 3.17 milímetros anuales,¹¹ lo que representa

¹⁰ <http://environment.nationalgeographic.com/environment/global-warming/> Consultado el 21 de abril de 2014.

¹¹ <http://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/> Consultado el 14 de Febrero del 2015.

aproximadamente el doble de la velocidad media de los 80 años precedentes.¹²

El aumento de los niveles del mar está vinculado a dos factores principales, los cuales son inducidos por el cambio climático actual.

El primer factor es la dilatación térmica. Cuando el agua se calienta, se dilata. Alrededor de la mitad del aumento del nivel del mar que se produjo a lo largo del siglo pasado se atribuye al hecho de que los océanos, al calentarse, ocupan más espacio.

El segundo factor es el deshielo de los glaciares y casquetes polares. Estos se derriten de forma natural en verano. Mientras que en invierno, las precipitaciones en forma nieve, compuestas en su mayor parte de agua marina evaporada, por lo general bastan para compensar el deshielo.

Sin embargo, las altas y persistentes temperaturas registradas recientemente son las responsables de que la cantidad de hielo que se derrite en verano haya aumentado y de que las nevadas hayan disminuido. Esto debido a que los inviernos se retrasan y las primaveras se adelantan. El desequilibrio ocasionado genera un aumento neto significativo de la escorrentía¹³ frente a la evaporación de los océanos, provocando que el nivel del mar se eleve.

Cuando los rayos del Sol pegan en una capa de hielo el 90% del calor es reflejado. Sin embargo, cuando estos pegan directamente en el océano el 90% de este calor es absorbido por el este. Por lo tanto, un aumento de la temperatura mundial de aproximadamente 1°C se traduce a un aumento de 12°C en el polo norte.¹⁴

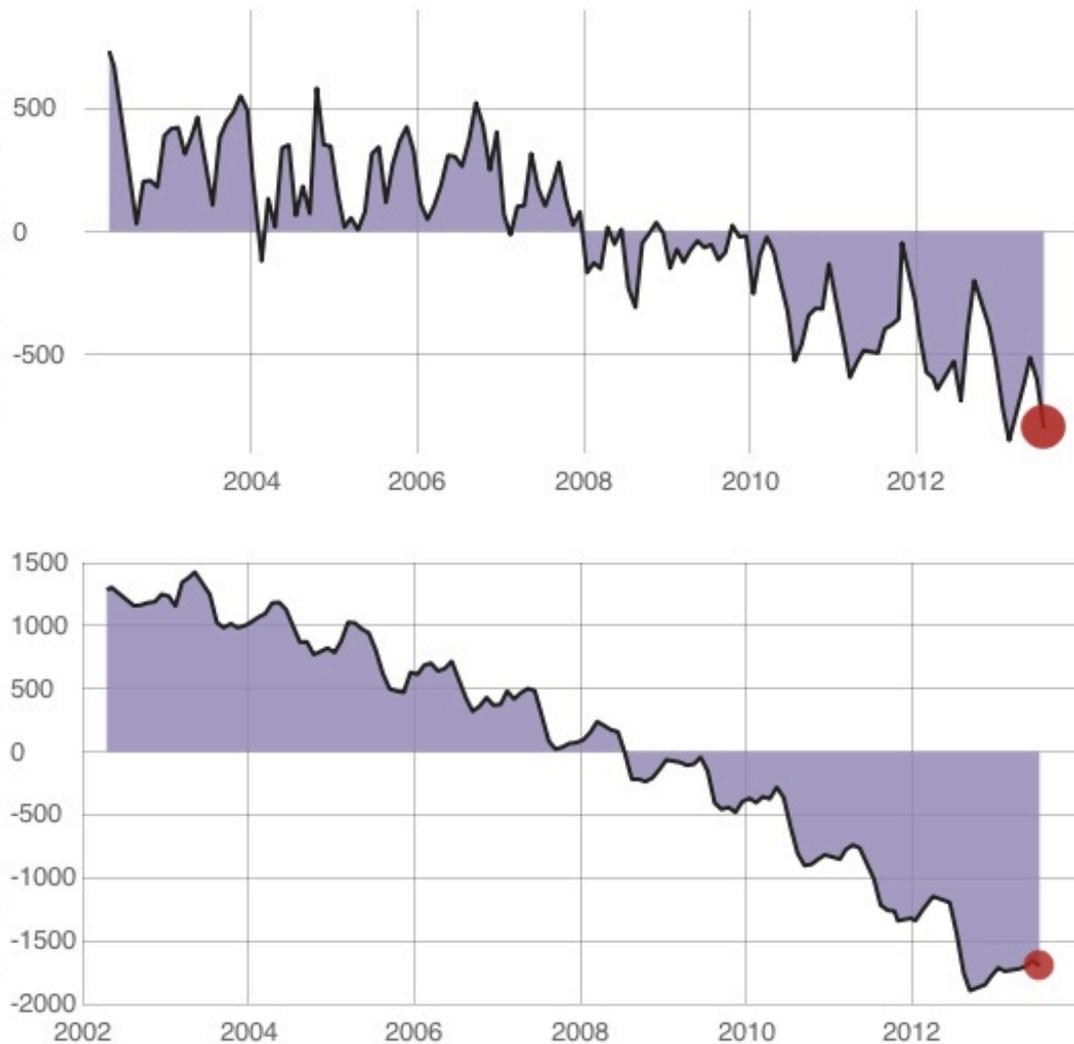
¹² <http://environment.nationalgeographic.com/environment/global-warming/> Consultado el 21 de Abril del 2014.

¹³ La escorrentía es un término geológico de la hidrología, el cual hace referencia a la lámina de agua que circula sobre la superficie en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros del agua de lluvia escurrida y extendida. Normalmente se considera como la evapotranspiración (la precipitación menos la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación) real y la infiltración del sistema suelo.

¹⁴ An Inconvenient Truth, 2006.

las enormes plataformas de hielo adheridas a la Antártida se estén derritiendo desde la base, se debiliten y se desprendan.

Gráfica 1.4: Variaciones en la masa de la Antártida y Groenlandia (miles de millones de toneladas), 2002-2013



Fuente: <http://climate.nasa.gov/vital-signs/land-ice/>

Los datos de los satélites GRACE de la NASA muestran como las capas de hielo de la tierra, tanto en la Antártida y Groenlandia están perdiendo masa. El continente de la Antártida ha estado perdiendo alrededor de 147 mil millones de toneladas de hielo por año desde 2003, mientras que la capa de hielo de Groenlandia ha perdido un estimado de 258 mil millones de toneladas por año.

Debido a esto, ciertos animales como las focas, principal fuente de alimento de los osos polares, están cambiando sus costumbres de migración. Por lo tanto, los osos polares no comen durante largos períodos, lo que según la National Wildlife Federation los está llevando a adoptar un comportamiento caníbal. Así mismo, de acuerdo con National Geographic, las hembras actualmente pesan un 15% menos en promedio de lo que pesaban en el pasado.

A su vez, los osos deben enfrentar más peligros debido a las condiciones deterioradas que encuentran cuando necesitan hielo para desplazarse de un lado a otro. El agua es cada vez más dura y el camino más lejano, lo que resulta en un incremento del número de osos que se ahogan en la búsqueda de alimento, cosa jamás antes vista.

Una contribución adicional al aumento del nivel del mar de magnitud incierta proviene de los cambios en el almacenamiento terrestre de agua, debido a los cambios en las reservas o a la irrigación.

Imagen 1.2: Tendencias de cambios en el nivel del mar a nivel mundial y en México.





Fuente: <http://tidesandcurrents.noaa.gov/sltrends/sltrends.html>

El mapa anterior muestra las tendencias regionales en el nivel del mar a nivel mundial y en México, con flechas que representan la dirección y la magnitud del cambio.

Para México se presenta una tendencia de aumento en el nivel del mar de 3 a 6 mm anuales en los estado de Sonora, Yucatán y Jalisco. Mientras que en Baja California Norte y Sur así como en Sonora se presenta una tendencia de aumento de 0 a 3 mm anuales.

Cuando el nivel del mar se eleva con rapidez, tal y como ha estado sucediendo en los últimos años, incluso un pequeño aumento puede tener consecuencias devastadoras, especialmente en los hábitats costeros.

El agua de mar penetra en zonas cada vez más alejadas de la costa, lo cual puede generar consecuencias catastróficas como la erosión, las inundación de humedales, la contaminación de acuíferos y de suelo agrícola, así como la pérdida del hábitat de peces, pájaros y plantas.

Además, cientos de millones de personas viven en zonas que cada vez serán más vulnerables al riesgo de inundaciones. El aumento del nivel del mar les obligaría a abandonar sus hogares y a mudarse a otra zona. Mientras que las islas de poca altitud quedarían completamente sumergidas.

Algunas de las áreas que son más vulnerables son las áreas con deltas fluviales¹⁶ (como el río Mississippi en Estados Unidos el cual desemboca en el Golfo de México y cuya cuenca hidrográfica es la más grande de Norteamérica y la tercera del mundo, tras las del Amazonas y el Congo; y la del Grijalva-Usumacinta en México); las regiones cercanas al nivel del mar, en las cuales ya existen defensas contra el mar, como Yucatán; y las pequeñas islas de baja altitud en el Pacífico y otros océanos.

En cuanto a las repercusiones a nivel mundial del aumento del nivel del mar existen versiones que afirman que si todos los glaciares fuera de Groenlandia y la Antártida se derritieran el nivel del mar aumentaría aproximadamente 50 centímetros. Mientras que otros afirman que si la zona occidental de la Antártida se derrite, el nivel del mar aumentará en 6 metros,¹⁷ lo suficiente como para inundar gran parte de Florida, San Francisco, Holanda, Shanghái, Beijing, Calcuta, Manhattan, Londres y Los Ángeles.

En el caso de México, el Golfo de México se ha resaltado como una región en riesgo por el aumento del nivel del mar, lo cual es una preocupación importante para nuestro país ya que este contiene ocho de los diez puertos más importantes así como tres de los cinco puertos industriales.

Uno de los puertos que podría estar expuesto a grandes pérdidas económicas debido a cambios en la navegabilidad y al acceso, impulsados por el clima, es el puerto de Manzanillo, el cual recibe 18 millones de toneladas de mercancías al año.¹⁸

Además, podrían exponerse las vulnerabilidades en la estabilidad de plataformas petroleras en el Golfo de México debido al aumento en el nivel del mar, con resultados que ambientalmente podrían ser catastróficos. El sector energético en general tiene una alta vulnerabilidad a los cambios climáticos.

¹⁶ Se denomina delta al territorio triangular formado en la desembocadura de un río, mediante sedimentos que se depositan a medida que la corriente del río va desapareciendo. Está compuesto por brazos o "caños" fluviales que separan a las islas en las que se han venido depositando los sedimentos acarreados por ese río, al llegar al mar, océano o lago. Los depósitos de los deltas de los ríos más grandes se caracterizan por el hecho de que el río se divide en múltiples brazos que se van separando y volviendo a juntarse para formar un cúmulo de canales activos e inactivos.

¹⁷ An Inconvenient Truth, 2006.

¹⁸ DEHEZA, E. (2011). *Cambio Climático, Migración y Seguridad. Política de Mejores Prácticas y Opciones Operacionales para México*. Royal United Services Institute for Security and Defence Studies. Qatar.

En nuestro país, sesenta de las setenta ciudades más grandes se encuentran en las costas¹⁹ y son particularmente vulnerables a la erosión costera, a los huracanes, y como consecuencia, al aumento en el nivel del mar. Esta vulnerabilidad se realiza por la falta de infraestructura costera adecuada y por la calidad de las viviendas.

Hasta ahora, en la consideración del impacto del aumento en el nivel mar, sólo se ha considerado regiones con alta densidad poblacional. Sin embargo, también hay otras áreas importantes las cuales poseen una baja densidad poblacional. Las humedales y manglares del mundo ocupan actualmente un área de aproximadamente un millón de kilómetros cuadrados, lo que equivale aproximadamente al doble del territorio francés. Los cuales poseen una abundante biodiversidad y su productividad biológica equivale o supera la de cualquier otro sistema agrícola o natural.

Los humedales proporcionan gran variedad de bienes, servicios y funciones, tales como el mantenimiento de procesos naturales, la biodiversidad en flora y fauna. Así mismo, son buenos ambientes para la captura de CO_2 , infiltran y recargan los mantos freáticos, protegen contra fenómenos naturales y estabilizan el microclima local.

En el caso de los costeros, reducen el impacto de las olas, corrientes marinas, e incluso huracanes. Ayudan a controlar las inundaciones y aportan recursos pesqueros, madera, y sedimentos ricos en materia orgánica para la agricultura.

En el caso de México, el ascenso del nivel del mar y el efecto de El Niño sobre las costas mexicanas pueden hacer subir el nivel de las lagunas costeras en más de 35 centímetros.²⁰ Cuando estas se encuentren en una costa de escasa pendiente, el aumento del nivel del mar puede hacer penetrar las aguas marinas varios cientos de metros tierra adentro, produciendo grandes cambios en la estructura de los humedales costeros y mortalidad por intoxicación salina en la vegetación de tierra firme. A lo que se le agrega la destrucción de barras costeras y manglares de franja, dos ecosistemas de inmensa importancia por sus servicios ambientales, ya sea

¹⁹ Servicio de Estudios Económicos del Grupo BBVA, 2010.

²⁰ México ante el cambio climático. Evidencias, impactos, vulnerabilidad y adaptación. Greenpeace.

como protectoras de lagunas y estuarios o como sitios de reproducción de pesquerías de gran importancia comercial.

1.3 Disponibilidad de agua

El ciclo global del agua es un componente fundamental del sistema climático. El ciclo del agua pasa por los océanos, la atmósfera y la superficie terrestre. Mediante la evaporación y condensación provee los medios necesarios por los que se transfiere la energía a la atmósfera y dentro de ella.

El agua es un elemento esencial para todas las formas de vida terrestres. Por lo tanto, el agua es clave en la supervivencia humana, necesitamos beberla para sobrevivir, la necesitamos para la producción de alimentos, para la conservación de nuestra salud e higiene, para la industria y para el transporte.

La disponibilidad del agua para uso doméstico, agrícola e industrial utilizada en promedio per cápita en diferentes países varía de menos de 100 m^3 por año hasta $100,000\text{ m}^3$,²¹ lo que demuestra la enorme disparidad entre los países pobres, en los cuales se tiene que caminar horas para obtener algunos litros de agua, y los países ricos, en los cuales se tiene acceso a grandes cantidades de agua de forma inmediata.

La demanda de una población en aumento y el deseo de una mejor calidad de vida han provocado que aumente la cantidad de agua requerida para satisfacer nuestras necesidades.

Durante los últimos 60 años, el uso de agua a nivel mundial ha aumentado aproximadamente tres veces. Actualmente equivale a aproximadamente 10% del estimado global de ríos y el flujo de agua subterránea de la tierra al mar. Mientras que el 40% de la población mundial satisface la mitad de su demanda de agua con el descongelamiento natural de glaciares.²²

²¹ SHIKLOMANOV, I. y RODDA, J., (2003), *World water resources at the beginning of the 21st century*. United Kingdom. Cambridge University Press.

²² An Inconvenient Truth, 2006.

En cuanto al uso humano del agua, dos terceras partes es destinado a la agricultura, la mayoría de esta se utiliza en irrigación, aproximadamente un cuarto es utilizado en la industria y aproximadamente un 10% tiene uso domestico.²³

Con respecto a la agricultura, ninguna fuente oficial brindan cifras desglosadas del consumo de agua en la agricultura industrial y agricultura campesina. Sin embargo, si se tienen datos en cuanto a la extensión de tierra utilizada, las fincas campesinas ocupan menos de una cuarta parte de la tierra agrícola del mundo, o menos de una quinta parte si se excluye China e India de este cálculo.²⁴ Entonces es la agricultura industrial la gran responsable del enorme consumo de agua en este sector, ya que detrás del acaparamiento de tierra esta el acaparamiento de agua.

Los productos agrícolas en los que se utiliza más agua son la soja, el trigo, el cacao, el arroz, el algodón y el maíz.²⁵ Una fuente importante del desperdicio del agua proviene de los cambios en el consumo de alimentos mundial. La producción de carne requiere 8-10 veces más agua que la producción de cereales.²⁶ En el sector ganadero el producto que mas utiliza agua es la carne bovina.

El uso de agua almacenada durante miles de años en acuíferos subterráneos ha ido en aumento. Este rápido aumento en la demanda conlleva un aumento en la vulnerabilidad en las reservas de agua, lo que ocasiona estrés hídrico.

Un país sufre de estrés hídrico cuando la demanda de agua es mayor que la cantidad disponible durante un periodo determinado de tiempo, o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad. El estrés hídrico provoca un deterioro de los recursos de agua dulce en términos de cantidad (los acuíferos son sobre-explotados, los ríos se secan, entre otros), y de calidad (la eutrofización,²⁷ contaminación de la materia orgánica, intrusión salina, entre otros).²⁸

²³ SHIKLOMANOV, I. y RODDA, J., (2003), *World water resources at the beginning of the 21st century*. United Kingdom. Cambridge Univerity Press.

²⁴ GRAIN, (2016), *El gran robo del clima*, Editorial Itaca.

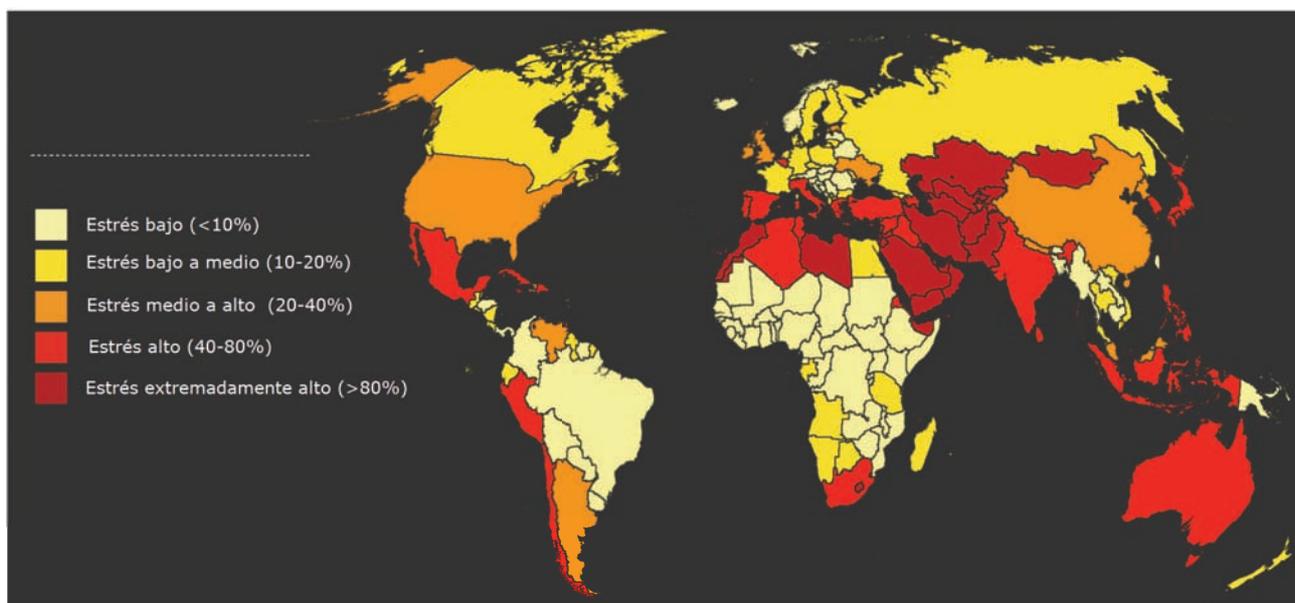
²⁵ http://doc.utwente.nl/58352/1/water_footprints_of_nations.pdf Consultado el 16 de diciembre de 2016.

²⁶ <http://www.unwater.org/statistics/statistics-detail/en/c/211815/> Consultado el 16 de diciembre de 2016.

²⁷ El término eutrofización designa el enriquecimiento en nutrientes de un ecosistema. El uso más extendido se refiere específicamente al aporte más o menos masivo de nutrientes inorgánicos en un

Bajo esta definición aproximadamente un tercio de la población mundial vive en países con estrés hídrico. Cantidad la cual tiene proyectado aumentar a más del doble para el 2025, esto dependiendo de la tasa de aumento poblacional, y sin tomar en cuenta los cambios a las reservas de agua ocasionados por el cambio climático.²⁹

Imagen 1.3: Estrés hídrico por país, 2013.



Fuente: <http://www.wri.org/blog/2013/12/world's-36-most-water-stressed-countries>

Como se puede observar en el mapa anterior, los países con estrés hídrico extremadamente alto se concentran en el Medio Oriente, y parte de la Zona del Mediterráneo. Con respecto a México, este padece de estrés hídrico, encontrándose en la zona de alto estrés.

A nivel nacional, se proyecta una reducción de 10% anual en la disponibilidad de agua bajo escenario de cambio climático al 2030, respecto de 2000.³⁰ Para las próximas décadas, los aumentos en el grado de presión

ecosistema acuático. Eutrofizado es aquel ecosistema o ambiente caracterizado por una abundancia anormal de nutrientes.

<http://www.greenfacts.org/es/glosario/def/estres-hidrico.htm> Consultado el 20 de Abril de 2014.

MCCARTHY, J. (2001). *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. United Kingdom. Cambridge University Press.

³⁰ Martínez, J., (2007), Efectos del cambio climático en México, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

sobre este recurso por efectos de cambio climático pueden ser tan importantes como los que resultarán del desarrollo socioeconómico.

Se estima que aumentará la demanda de agua en al menos siete estados de la república (Veracruz, Jalisco, Chihuahua, Coahuila, Guanajuato, Distrito Federal y el Estado de México); pero los estados que serán más vulnerables ante el costo más alto para encontrar fuentes de agua son el Distrito Federal y el Estado de México.³¹

Por lo tanto un reto para la sociedad y gobierno mexicanos es mejorar la calidad de ríos, lagos y acuíferos. Además, según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en el estudio *Hacer posible la gestión del agua en México*, nuestro país sufre un grave problema de contaminación la cual amenaza las aguas subterráneas.³²

Ese mismo estudio advierte que en los pasados 60 años la cantidad de líquido disponible por persona ha disminuido drásticamente, debido al crecimiento demográfico, a lo cual se suma que el agua no está repartida de manera uniforme, ya que tres cuartas partes de la población mexicana vive donde el recurso es escaso. Además se debe tomar en cuenta que en los próximos 20 años se tendrá que dotar del recurso a 36 millones de personas y de servicios de saneamiento a una cantidad similar.

A lo que se le agrega la alta vulnerabilidad del país a inundaciones y sequías. Sólo entre 1980 y 2007 esos fenómenos afectaron a alrededor de 8 millones de personas y provocaron daños por 130 mil millones de pesos.³³

A nivel mundial, surge otra vulnerabilidad por el hecho de que muchos de los recursos acuíferos son compartidos por diferentes países. Hay 44 países para los que al menos 80% de su territorio se encuentra rodeado de aguas continentales. Por ejemplo, el río Danubio pasa por 10 países (Alemania, Austria, Eslovaquia, Hungría, Croacia, Serbia, Rumania, Bulgaria, Moldavia y Ucrania), mientras que el río Nilo pasa por 11 países (Uganda, Sudán del Sur, Sudán, Egipto, Ruanda, Tanzania, Kenia, Etiopía, Burundi,

³¹ DEHEZA, E. (2011). *Cambio Climático, Migración y Seguridad. Política de Mejores Prácticas y Opciones Operacionales para México*. Royal United Services Institute for Security and Defence Studies. Qatar.

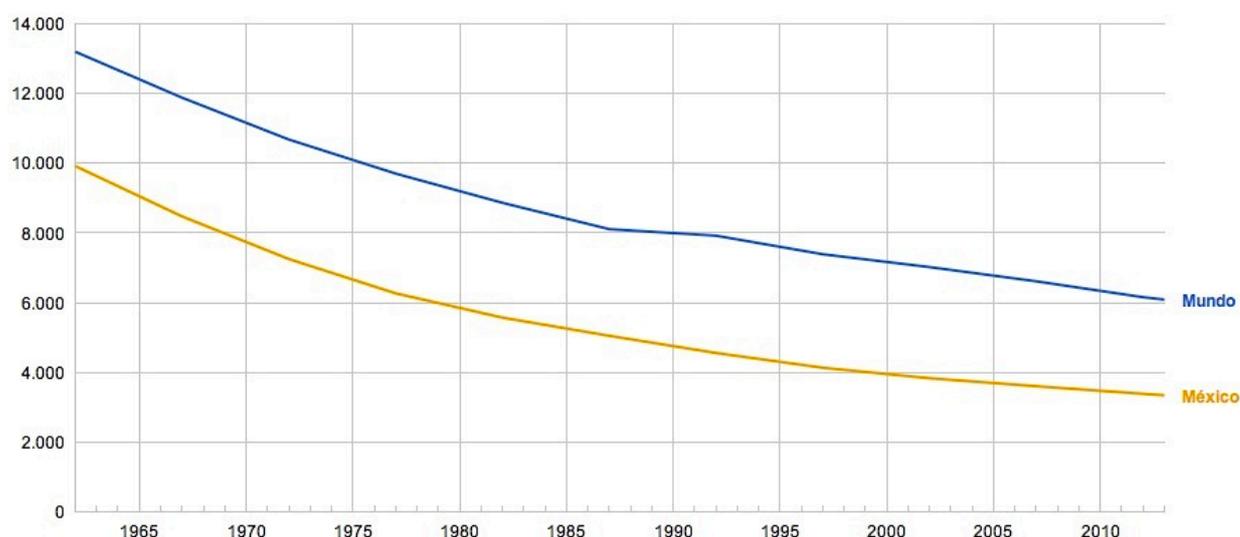
³² <http://www.oecd.org/gov/regional-policy/makingwaterreformhappeninmexico.htm> Consultado el 18 de Noviembre de 2014.

³³ <http://www.jornada.unam.mx/2013/01/09/sociedad/036n2soc> Consultado el 15 de abril de 2014.

República Democrática del Congo y Eritrea). Otros países donde el agua es escasa dependen en gran medida de esos recursos compartidos.

Los logros en tratados para compartir agua frecuentemente traen consigo demandas por una mayor efectividad en el uso y manejo del agua. El no alcanzar acuerdos ha aumentado la tensión política entre países. Al respecto, el ex-Secretario General de la Organización de las Naciones Unidas, Boutros Boutros-Ghali, estableció que la siguiente guerra en el Medio Oriente se dará por conflictos por el agua no por conflictos políticos o religiosos.

Grafica 1.5: Recursos internos renovables de agua dulce per cápita, 1960-2014 (metros cúbicos).



Fuente: Elaborado en Google Public Data con datos del Banco Mundial.

Como se puede observar en la grafica anterior la disponibilidad de agua tanto a nivel mundial como en nuestro país va disminuyendo con el paso del tiempo. En México los recursos internos renovables de agua dulce per cápita han disminuido en un 7% desde 1982.

Esta situación presentará diversas afectaciones en nuestro país. Por ejemplo, disminuirá la disponibilidad de agua en Hermosillo y Tlaxcala, por lo tanto, se deterioran sus actividades agropecuarias y la calidad de sus bosques. En Quintana Roo disminuirá el turismo. En Morelos se afectará a su

agricultura, fruticultura y el sector industrial. Así mismo, en la parte centro-sur de ese estado, se prevé que disminuya el área apta para cultivo de maíz de temporal. Aunque existe la posibilidad de sustituir el maíz por el cultivo de sorgo, grano que es utilizado como alimento para el ganado.

Nuestro gobierno, mediante los tratados de libre comercio, es de aquellos que ha creado el ambiente perfecto para el auge de la agricultura industrial, ya que las empresas extranjeras gozan del mismo trato que las empresas nacionales, por que, entre otras cosas, se eliminaron las reglas que impedían que los inversionistas extranjeros mantuvieran más del 49% de una compañía. Además estudios recientes indicaron que las políticas agrícolas favorecen a los estados, los municipios y los productores o establecimientos más ricos,³⁴ por sobre las regiones más pobres donde se concentra la agricultura campesina. No sólo eso, al entrar a nuestro mercado, las empresas extranjeras ganan acceso a una red de tratados comerciales, que les permite entrar con preferencias arancelarias a grandes mercados como Europa y Estados Unidos.³⁵ Esta tendencia al acaparamiento de recursos por parte de empresas transnacionales exacerbará la crisis del agua dejando a los más necesitados sin acceso a esta.

Además, el aumento de la temperatura significará que una proporción mayor de agua que cae en la superficie se evaporará. En las regiones con un aumento en la precipitación, casi toda la pérdida que se da por una mayor evaporación será contrarrestada. Sin embargo, en regiones sin cambio o con menor precipitación, se percibirá una menor disponibilidad de agua. El efecto combinado de menor agua de lluvia y mayor evaporación significa menor humedad en el suelo disponible para el cultivo y menos escorrentía, lo cual se tornara en un problema crítico para aquellas regiones con menores precipitaciones.

La escorrentía en ríos y corrientes es lo que queda de las precipitaciones que caen en la superficie después de la evaporación y la transpiración de las plantas; y significa una parte fundamental de lo que puede ser utilizado en actividades humanas. El monto de escorrentía es

³⁴ GRAIN, (2015), Libre comercio y la epidemia de comida chatarra en México.

³⁵ Idem.

altamente sensible a los cambios en el clima, aun pequeños cambios en el nivel de precipitaciones puede o en la temperatura pueden influenciarlo.

El ciclo hidrológico se volverá más intenso, es de esperar que aumente el número de tormentas severas, pero que también se puedan producir periodos de sequía más extremos y prolongados. Las observaciones de los últimos años en México parecen coincidir con tal planteamiento.

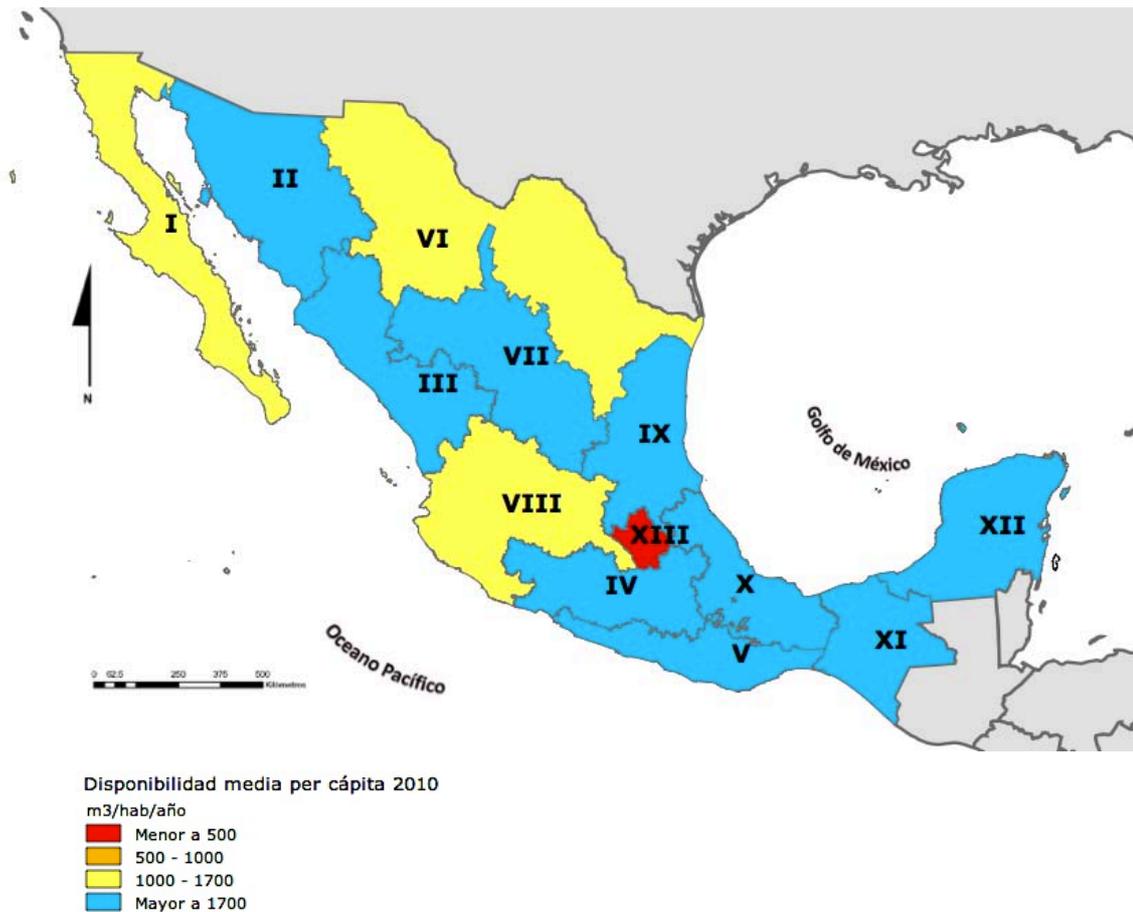
La Canícula³⁶ se presentará sin agua con mayor frecuencia y por lo mismo los efectos en cultivos de temporal serán negativos en la mayoría de los casos.

Algunos de los impactos adversos a los suministros de agua ocasionados por el cambio climático pueden ser reducidos si se toman medidas apropiadas de alivio, mediante la introducción de un manejo de agua más integrado y cuidadoso, así como mediante la introducción de un sistema de preparación ante desastres en las áreas más vulnerables.³⁷

³⁶ La canícula, período canicular o días de las canículas es la temporada del año en que el calor es más fuerte, tanto en el hemisferio Sur como en el Norte (desfasados seis meses entre sí). La duración oscila entre cuatro y siete semanas, dependiendo del lugar.

³⁷ Arnell, N. y Liu, C., MCCARTHY, J. (2001). *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. United Kingdom. Cambridge University Press.

Imagen 1.4: Disponibilidad media per cápita de agua en México, 2010.



Fuente: http://www.conagua.gob.mx/atlas/mapa/12/index_svg.html

Los recursos hídricos en México son escasos y se distribuyen de manera muy heterogénea regionalmente. En 2010 México se ubicaba en el lugar 100 de 122 países en términos acceso a fuentes mejoradas de agua potable y saneamiento mejorado.³⁸

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) estima que al cierre de 2009, la cobertura de agua potable fue de 90.7%, desglosándose en 94.3% de cobertura en zonas urbanas y 78.6% en zonas rurales. Sin embargo, cuando esto se traduce a números reales, de acuerdo a datos poblacionales del Banco Mundial, hay 10.8 millones de mexicanos sin agua potable.

La CONAGUA considera que la cobertura de agua potable incluye a las personas que tienen agua entubada dentro de la vivienda y fuera de la vivienda, pero dentro del terreno, ya sea de la llave pública o bien de otra

³⁸ <http://www.globalsherpa.org/score-ranking-world-environment-performance-index> Consultado el 18 de febrero de 2015.

vivienda. Esto significa a que existe la infraestructura, lo cual no se traduce a que en sí todos los habitantes de México tengan agua potable limpia.

Lo anterior se comprueba con el hecho que desde el 2010, la falta de acceso al agua potable ha convertido a México en el país con mayor consumo per cápita de agua embotellada. De acuerdo el reporte de abril-mayo de 2010 de la Beverage Marketing Corporation, el consumo per cápita de agua embotellada llegó a 234 litros al año, una cantidad muy superior al promedio de los estadounidenses (110 litros) o españoles (119 litros). A escala nacional, el volumen adquirido representa el 13% de las ventas mundiales de agua embotellada.³⁹ Y de acuerdo a Euromonitor International, entre 2008 y 2013 el mercado de agua embotellada creció 53.3% en México.⁴⁰

Esto se traduce a que en México, con alrededor de la mitad de la población en pobreza, cada familia destina 1,800 pesos a la compra del líquido embotellado, a pesar de que se trata de un derecho.⁴¹

El diario *La Jornada* señala que las ventas actuales del líquido embotellado en México son de 26 mil 32 millones de litros al año. Ante esto, Alejandro Calvillo, miembro de la organización no gubernamental *Poder al Consumidor*, advierte que las empresas obtienen un exorbitante 5,000% de ganancias por la venta de agua embotellada. Así mismo estableció que Coca-Cola FEMSA paga 2,600 pesos por cada una de las 46 concesiones de explotación de aguas subterráneas al año, y tan sólo en 2007 tuvo ganancias por 32,500 millones de pesos.⁴²

Esto no sólo permite que los recursos hídricos de nuestro país sean sobreexplotados por empresas transnacionales a costos bajísimos, sino que al expandirse este mercado se generan una grandísima cantidad de desechos de las botellas. Cuando las autoridades competentes deberían llevar a cabo un manejo óptimo de nuestros recursos para reducir la

³⁹ <http://elpoderdelconsumidor.org/hiperconsumo/mexico-el-que-mas-agua-embotellada-consume/> Consultado el 20 de abril de 2015.

⁴⁰ <http://www.cnnexpansion.com/economia/2014/04/24/marcas-de-agua-039premium039-inundan-mexico> Consultado el 20 de abril de 2015.

⁴¹ <http://www.jornada.unam.mx/2010/05/18/sociedad/041n1soc> Consultado el 20 de abril de 2015.

⁴² <http://www.ecosfera.com/2014/03/mexico-el-mayor-consumidor-de-agua-embotellada-del-mundo/> Consultado el 20 de abril de 2015.

disparidad en el acceso al agua potable y reducir el estrés hídrico que se sufre.

1.4 Impacto en la agricultura y suministro de alimentos.

Todo granjero conoce la importancia de cultivar y criar especies adecuadas al clima local. La distribución de temperatura y precipitaciones durante el año son factores clave en la toma de decisiones con respecto a qué cultivar. Por lo tanto, se presentarán importantes cambios en los patrones de cultivo, los cuales serán cambios muy complejos. Esto porque la toma de decisiones no sólo se verá afectada por factores económicos, sino también por aquellos referentes al cambio climático.

Así mismo, la creciente degradación de tierras de cultivo alrededor del mundo ocasionada principalmente por la erosión, así como la lenta tasa de expansión de la irrigación, ya que cada vez existe menos agua fresca disponible, tenderán a disminuir el potencial agrícola futuro.

Estudios detallados han recalcado la sensibilidad al cambio climático de la mayoría de los suelos aptos para el cultivo, proveedores mayoritarios de alimentos, en el siglo XXI. En general, estos estudios indican que los beneficios del aumento en la producción ocasionados por una mayor presencia de CO_2 no son suficientes para hacer frente a los efectos ocasionados por un exceso de calor y sequías.

Para cultivos de cereales en latitudes medias, se espera un aumento en los rendimientos potenciales para un aumento de temperatura de 2-3°C, sin embargo estos disminuirán en una proporción mayor si la temperatura aumenta más de 3°C.⁴³

En la mayoría de las regiones tropicales o subtropicales, se espera que los rendimientos potenciales disminuyan conforme vaya aumentando la temperatura. Lo cual se dará debido a que los cultivos ya se encuentran dentro de su máxima tolerancia al calor. Donde se presente una gran

⁴³ Gitay, H. Ecosystems and their goods and services. MCCARTHY, J. (2001). *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. United Kingdom. Cambridge University Press.

disminución de agua de lluvia, los rendimientos de los cultivos tropicales se verán aun más afectados.

Tomando en cuenta el suministro de alimentos como un todo, los estudios tienden a mostrar que con la adaptación correcta, los efectos del cambio climático no serán muy severos. Sin embargo, se tienen que realizar estudios en cada país ya que el cambio climático muy probablemente afectara a los países de formas muy diversas. La producción en países desarrollados con tasa de crecimiento de población estable podría aumentar, mientras que en los países en desarrollo, donde la población sigue creciendo, disminuirá. La disparidad entre estos países tendera a acrecentarse, así como los riesgos de hambruna.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) estima que debido al cambio climático, para el 2050 el decremento en la productividad agrícola será del 9 al 12% de las cosechas.

Sin embargo, esta considera que debido a la manipulación genética disponibles en la actualidad, se deberán presentar pocas dificultades para acondicionar los cultivos a las nuevas condiciones climatológicas. Es decir, la FAO considera que los problemas de alimentación serán resueltos por la introducción de alimentos transgénicos.

Los alimentos transgénicos son aquellos que han sido producidos a partir de un organismo modificado mediante ingeniería genética y se le han incorporado genes de otro organismo para producir las características deseadas. La definición estadounidense incluye igualmente las modificaciones realizadas mediante la selección artificial.

Diversas empresas multinacionales y científicos establecen que el uso de especies transgénicas en la agricultura no sólo aumenta la productividad promedio al minimizar las plagas de insectos y maleza, sino que también hace un uso más racional de los agroquímicos, reduciendo los costos económicos, sanitarios y ambientales asociados. Los cultivos transgénicos también presentan mayor resistencia a climas adversos y crecen en tierra seca y salina, lo cual podría representar una solución al problema de reducción en las cosechas.

Por su parte, la FAO indica que los países en los que se han introducido cultivos transgénicos en los campos no han observado daños notables para la salud o el medio ambiente. Además, se utilizan menos pesticidas o pesticidas menos tóxicos, reduciendo así la contaminación de los suministros de agua y los daños sobre la salud de los trabajadores, lo que a su vez permite también el retorno de insectos benéficos. Algunas de las preocupaciones relacionadas con el flujo de genes y la resistencia de plagas se han abordado gracias a nuevas técnicas de ingeniería genética.

Por su parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que los alimentos genéticamente modificados actualmente disponibles en el mercado internacional han pasado las evaluaciones de riesgo y no es probable que presenten riesgos para la salud humana. Algunos estudios establecen que no se han demostrado efectos sobre la salud humana como resultado del consumo de dichos alimentos por la población general en los países donde fueron aprobados.

Sin embargo, los estudios científicos que apoyan el consumo de transgénicos están sesgados. No solo éstos poseen poco o nula divulgación, sino también por lo general son auspiciados por las corporaciones desarrolladoras de cultivos transgénicos.

El que estos estudios no sean divulgados no solo genera desconfianza sobre sus resultados, sino también sobre sus métodos. Por lo tanto, diversos científicos piden una prudente valoración caso a caso de cada producto o proceso antes de su difusión, para afrontar las preocupaciones legítimas de seguridad. Hasta el momento, no se ha podido comprobar que los alimentos transgénicos son la mejor opción tanto para la salud humana como para el medio ambiente.

Los efectos de este tipo de alimentos sobre la salud en humanos y animales de laboratorio sigue bajo controversia y la tendencia de resultados totalmente opuestos continua. Así mismo, el debate en torno a estos se ha politizado a tal grado que resulta difícil para las personas tomar decisiones informadas sobre el consumo de alimentos transgénicos. A lo anterior se le agrega que en varios países, entre ellos el nuestro, los consumidores no tienen si quiera la oportunidad de decidir, debido a que los alimentos transgénicos no se encuentran etiquetados.

En México, para conocer cuales alimentos fueron cultivados con la ayuda de organismos genéticamente modificados uno se tiene que dirigir al sitio web de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), y consultar la lista de los organismos genéticamente modificados aprobados para consumo humano, la cual también contiene el protocolo de evaluación adoptado en cada caso. Sin embargo, la COFEPRIS no realiza directamente los ensayos de inocuidad, por lo que los resultados no son completamente confiables.

Aun cuando se pueda comprobar que los alimentos transgénicos no ocasionan efectos negativos a la salud y al medio ambiente, no se puede dejar de lado el gran problema que su implementación trae a los agricultores, especialmente aquellos de países en desarrollo.

El mercado de semillas transgénicas está dominado por muy pocas compañías multinacionales, lo que genera un oligopolio. Este hecho se ve agravado por la alta inversión inicial necesaria para desarrollar una variedad nueva y la gran cantidad de problemas legales que se encuentran las pequeñas compañías en algunos países.

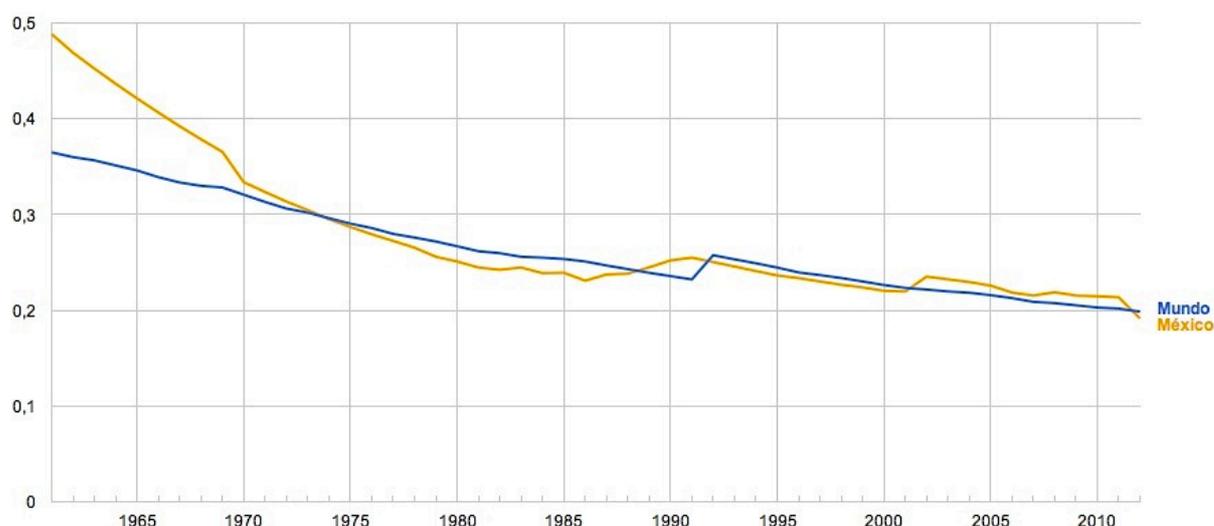
No existe a nivel global un marco legal que delimite los derechos y obligaciones tanto de las empresas como de los agricultores.

En el caso de México, el 14 de diciembre de 2001, se aprobó por la Cámara de Diputados la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM), mejor conocida como Ley Monsanto. Esta ley le ofrece seguridad para actuar como le convenga a las cinco empresas transnacionales que controlan los transgénicos a escala global, siendo Monsanto la más importante.

Monsanto no sólo posee el control del 90% del mercado, sino también posee una innumerable cantidad de controversias y abusos a nivel mundial. Estas son tan graves que el 25 de mayo de 2013 se realizaron marchas y protestas en su contra en más de 40 países del mundo y cientos de ciudades en coordinación.

La Ley Monsanto deja al agricultor mexicano a merced de las empresas, ya que niega el principio de precaución, afirma los derechos monopólicos de las transnacionales por medio de sus patentes, las exime de la responsabilidad por contaminación, no considera ni siquiera avisar a quienes

Gráfica 1.6: Tierra cultivable (hectáreas per cápita), 1960-2012



Fuente: Elaborado en Google Public Data con datos del Banco Mundial.

Como se puede observar en la grafica anterior la tierra cultivable per cápita tanto a nivel mundial como en nuestro país va disminuyendo con el paso del tiempo. Aunque en México de 1980 a 2012 la disminución es de tan sólo 1% en promedio, en los últimos 4 años esta se acelero y fue de 14%.

La producción de maíz en México registrará una disminución de entre 29 y 45% en la producción con respecto al rendimiento actual,⁴⁸ debido a que la proporción de tierra no propicia para este cultivo aumentaría. Por ejemplo, para 2020, la cantidad de tierra no adecuada para el cultivo de maíz, actualmente en 50% de las tierras totales cultivadas, aumentará aproximadamente en 4.2% debido a las sequías. Se espera que los terrenos de pastoreo disminuyan en 6% para el 2020 y 13.2% para el 2050, en relación al año 2002, debido a sequías, deterioro de las tierras y a las enfermedades.⁴⁹

En la búsqueda de satisfacción de necesidades futuras, lo que se necesita hacer es cuidar el suelo, así como restaurarle la tierra a los campesinos y frenar la expansión de la agricultura industrial. Se necesita dar

⁴⁸ GALINDO, L. (2009). *La economía del cambio climático*. México. Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

⁴⁹ DEHEZA, E. (2011). *Cambio Climático, Migración y Seguridad. Política de Mejores Prácticas y Opciones Operacionales para México*. Royal United Services Institute for Security and Defence Studies. Qatar.

prioridad a los cultivos naturales sin el uso de transgénicos, limitando el uso de fertilizantes químicos.

Para la reducción de desperdicios y emisiones de GEI debemos enfocarnos en los alimentos frescos y así reducir el kilometraje de transporte entre productores y consumidores. Se debe aumentar la inversión pero en agricultura campesina más no en la expansión de la agricultura industrial. Se tienen que dejar las falsas soluciones y fomentar lo que funciona.

1.5 Ecosistema terrestre

Un poco más del 10% del suelo a nivel mundial es utilizado para cultivos, zona la cual se abordó en la sección anterior. El resto, está más o menos fuera del manejo humano. De este, aproximadamente un 30% son bosques naturales y de 1 a 2% es bosque de plantación. La variedad de flora y fauna que constituyen un ecosistema local son sensibles al clima, el tipo de suelo y la disponibilidad de agua.

Los cambios en el clima alteran la sustentabilidad de las distintas especies de una región, y cambian su competitividad dentro del sistema, por lo que aun pequeños cambios en el clima pueden provocar a largo plazo grandes cambios en la composición de un ecosistema. Ya que el clima es el factor fundamental en la determinación de la distribución de las biomas, información obtenida mediante fuentes del paleolítico pueden ser utilizadas para crear mapas de la distribución óptima de la vegetación bajo los escenarios de cambio climático.

Sin embargo, cambios de ese tipo sucedieron en el curso de miles de años, mientras que con el cambio climático actual estos cambios se darán en décadas. Muchos de los ecosistemas no tienen la capacidad para responder rápidamente o de migrar en tan corto tiempo. Al respecto, registros fósiles indican que la tasa máxima en que algunas plantas y animales han migrado es de un kilómetro por año.

Las limitaciones conocidas impuestas por el proceso de dispersión (por ejemplo, el periodo medio entre la germinación y la producción de semillas y la distancia media en que una semilla puede viajar) sugiere que sin

intervención humana, muchas especies no serían capaces de mantenerse al día con la velocidad de movimiento de su nicho climático predilecto proyectado para el siglo XXI, aun cuando no existan barreras a su movimiento.⁵⁰

Entonces, los ecosistemas naturales serán cada vez más distintos a su entorno. La importancia de esta situación variara con respecto a cada una de las especies. Algunas son más vulnerables que otras al cambio de la temperatura promedio o a los extremos climáticos. Sin embargo, todas serán mas propensas a enfermarse y a ser más atacadas por las plagas. Cualquier efecto positivo debido al aumento de la fertilización debido al aumento del dióxido de carbono será superado por los efectos negativos.

Los árboles tienen una larga vida y su reproducción toma muchos años, por lo que no pueden responder rápidamente a los cambios en el clima. Además, mucho arboles son muy sensibles al clima promedio en el que se desarrollan. Los nichos climáticos de algunos tipos de arboles muestran que un cambio de 1°C en la temperatura puede ocasionar una reducción substancial de su productividad.

La disminución en la salud de muchos bosques en años recientes ha recibido mucha atención, especialmente en Europa y Norte América. Esta situación se atribuye a la lluvia acida, y contaminación originada de la industria pesada, centrales energéticas y motores de autos. No todo el daño a los arboles se debe a lo anterior, varios estudios canadienses, indican que el deterioro de sus arboles se debe al cambio climático, ya que recientemente sus inviernos han sido menos fríos y sus veranos más secos.⁵¹ En algunos casos puede ser un efecto doble de la contaminación y estrés climático los que ocasionan el problema, arboles que ya han sido debilitados por lo efectos de la contaminación no pueden hacer frente al estrés climático. El estrés en los bosques del mundo debido al cambio climático serán simultáneos a otros problemas asociados con los bosques, en particular la continua deforestación y el creciente aumento en la demanda de madera en los países en desarrollo.

⁵⁰ MCCARTHY, J. (2001). *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. United Kingdom. Cambridge University Press.

⁵¹ GATES, D. (1993) *Climate change and its biological consequences*. USA. Sinauer Associates Inc.

Los bosques son un gran almacén de carbón, 80% del carbón sobre la tierra y 40% del carbón subterráneo se encuentra en los bosques. Mientras que la deforestación tropical libera entre 1 y 2 gt⁵² de carbono a la atmósfera anualmente. A la tasa en la que se está dando el cambio climático, el estrés sustancial y muerte regresiva que se presentará en los bosques tropicales y boreales provocarán una gran liberación de carbono. El estimado es incierto, la estimación más alta establece una liberación sobre la tierra de 240 gt curso del siglo XXI.⁵³

Otra preocupación sobre los ecosistemas naturales se relaciona a la diversidad de especies, la pérdida de estas y por lo tanto la biodiversidad global. Se espera que los trastornos en los ecosistemas ocasionados por incendios, sequías, pestes, invasión de especies, tormentas y decoloración de los corales, aumenten significativamente.

El estrés causado por el cambio climático, aunado a otros tipos de estrés ecológicos en los ecosistemas son una gran amenaza la cual puede producir amenacen daño o perdida total de ecosistemas únicos y la extinción de especies en peligro. Los arrecifes de coral y atolones, manglares, bosques tropicales y boreales, ecosistemas polares y alpestres, pradera húmeda y pastizales remanentes son ejemplos de sistemas amenazados por el cambio climático.

Los cambios en el ciclo hidrológico y la consecuente escasez de agua también provocarán el aumento de incendios forestales. Ante esta situación, se verán afectadas en su distribución mayormente los pastizales, matorrales xerófilos y los bosques de encino. Para 2050, se proyecta un incremento drástico en el porcentaje afectado, ya que entre 53 y 62% de las comunidades vegetales estarán expuestas a condiciones climáticas distintas a las actuales.⁵⁴

México cuenta con todos los ecosistemas naturales que existen en el planeta, excepto la tundra, los cuales proveen servicios ambientales fundamentales para el bienestar y calidad de vida de los mexicanos. Estos

⁵² Un gigatón es el equivalente en el SI de 1×10^9 toneladas; 1.000 megatonnes; 1.000.000 de kilotonnes; o 1.000.000.000 de toneladas en su formato totalmente expandido.

⁵³ IPCC. (1995). A Report Of The Intergovernmental Panel On Climate Change

⁵⁴ MARTÍNEZ, J., (2007), Efectos del cambio climático en México, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

son la captura del CO_2 , la captación y purificación del agua, la regulación del clima, la regeneración de la fertilidad del suelo, y la producción de materias primas como alimentos, fibras, madera y productos farmacéuticos.

En nuestro país, los bosques de coníferas y encinos resultarán gravemente afectados desde un 20% hasta un 46% de sus superficies durante los periodos 2020 y 2050. El impacto en selvas es distinto dependiendo de la que se trate, pero las más afectadas serán las selvas espinosas con porcentajes del 17 al 37% para los mismos periodos. Los pastizales naturales y matorrales se afectarán del 34 y 23% hasta un 76 y 73%, respectivamente, para el periodo denominado como 2050. También se espera que 50% de la vegetación del país tendría modificaciones, siendo los ecosistemas forestales pertenecientes a los climas templados los más afectados.⁵⁵ Finalmente, los datos del SMN sugieren que los periodos de sequía se están prolongando e intensificando. Actualmente, el 47% del territorio mexicano se ve afectado por la desertificación.⁵⁶

1.6 Desastres naturales

Muchos climatólogos afirman que ya se pueden percibir los efectos del aumento de las temperaturas en la proliferación e intensificación de tormentas tropicales, huracanes y ciclones. La frecuencia e intensidades de desastres naturales relacionados al clima ha aumentado en un 42% desde los años 80, y un 82% de estos están actualmente relacionados al clima.⁵⁷

Cuando la temperatura de la superficie del agua se eleva, el agua se evapora con mayor facilidad, lo que contribuye a que las pequeñas tormentas que se forman en el océano se conviertan en sistemas de mayor tamaño e intensidad. Cuando estas tormentas de mayor intensidad tocan tierra pueden multiplicar el daño causado a las estructuras humanas. También pueden dañar ecosistemas marinos como los arrecifes de coral y los bosques de

⁵⁵ México ante el cambio climático. Evidencias, impactos, vulnerabilidad y adaptación. Greenpeace.

⁵⁶ DEHEZA, E. (2011). *Cambio Climático, Migración y Seguridad. Política de Mejores Prácticas y Opciones Operacionales para México*. Royal United Services Institute for Security and Defence Studies. Qatar.

⁵⁷ <http://www.scientificamerican.com/article/casualties-of-climate-change/> Consultado el 23 de abril de 2014.

algas. Y un incremento en la frecuencia de las tormentas se traduce en un menor tiempo de recuperación para estos hábitats sensibles.

En América Latina y el Caribe están aumentando las condiciones climáticas extremas de toda índole y cada vez son más frecuentes fenómenos como sequías, fuertes lluvias, olas de calor, grandes incendios, entre otros. Al respecto, el creciente aumento de la temperatura de la superficie del mar en el Caribe, Golfo de México y Pacífico Mexicano está ocasionando que los ciclones tropicales alcancen categorías mayores en la escala Saffir-Simpson.

De acuerdo al Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático de Maplecroft para 2011, la mayor parte de México, particularmente las regiones costeras, se enfrentan a riesgos extremos por el cambio climático. Cabe recalcar que México está expuesto en ambas costas a huracanes que se originan en los Océanos Pacífico y Atlántico.

En 2004 la temporada de huracanes en el Atlántico concluyó con 16 depresiones tropicales, 15 tormentas con nombre, 9 huracanes, y 6 tormentas mayores, e decir huracanes con categoría 3 o más, batiendo todos los pronósticos. La Energía Ciclónica Acumulada totaliza 225 lo que sitúa a ésta como la cuarta temporada de mayor actividad desde 1950 (luego de las temporadas 2005, 1950 y 1995).

Posteriormente, la temporada de huracanes en el Atlántico de 2005 batió numerosos récords y se convirtió en la temporada de huracanes del Atlántico más activa en la historia desde que se llevan registros. Se produjeron el mayor número de tormentas tropicales (28) en cualquier otro año, así como de huracanes (14), y más huracanes de categoría 5 en la escala Saffir-Simpson, con 4 (ninguna otra temporada había registrado más de dos huracanes de esa fuerza) y el huracán más intenso de la historia, el huracán Wilma.

El impacto de esta temporada fue desastroso. En total se registró una pérdida de más de 100 mil millones de dólares en daños materiales, lo cual representó otro record.

México fue azotado tres veces por huracanes de intensidad mayor (categoría 3 o más), y los estados de Florida y Luisiana de los Estados

Unidos de América fueron azotados dos veces cada uno por este tipo de huracanes.

Los efectos más catastróficos de esta temporada se dieron por el huracán Katrina, que es un perfecto ejemplo del efecto del cambio climático en los desastres naturales. El 23 de agosto de 2005 este se formó sobre las Bahamas y cruzó el sur de Florida como un huracán de categoría 1 moderado, causando algunas muertes e inundaciones, continuo su recorrido por el Golfo de México donde se fortaleció hasta alcanzar categoría 5, esto debido al aumento de temperatura de las aguas en esta zona.

Posteriormente la tormenta se debilitó antes de tocar tierra por segunda vez como un huracán de categoría 3 el 29 de agosto en el sudeste de Luisiana. El Katrina devastó las costas del golfo desde Florida a Texas debido a su intensificación. El mayor número de muertes se registró en Nueva Orleans, que quedó inundada porque su sistema de diques falló, colapsándose muchos de ellos varias horas después de que el huracán hubiese continuado tierra adentro. El 80% de la ciudad así como grandes superficies de parroquias colindantes quedaron anegadas, manteniéndose así durante semanas. Los daños materiales más importantes se produjeron en áreas costeras, como la inundación en cuestión de horas de todas las ciudades costeras de Misisipi, el arrastre de numerosos barcos y casinos flotantes a tierra firme, lo que provocó su choque con edificios, las olas alcanzaron distancias de 10 a 19 km desde la costa.⁵⁸

Sin embargo, Katrina no fue el único huracán catastrófico de la temporada, porque también Emily, Rita, Stan y Wilma trajeron mucho daño a Florida, Texas, Luisiana, Yucatán, Quintana Roo, Chiapas, Campeche y en numerosas regiones de Cuba.

Específicamente, el huracán Emily fue el segundo huracán mayor y el primero en alcanzar la categoría 5 de huracán en la temporada. La tormenta se formó en julio en Cabo Verde, antes de pasar por las islas de Barlovento, donde causó graves daños en Granada. Posteriormente, Emily tocó tierra sobre la península de Yucatán como una tormenta categoría 5, primero a la isla de Cozumel y luego justo al norte de Tulum sobre el estado de Quintana

⁵⁸ <https://noticias.terra.com/eeuu/katrina-el-monstruo-que-destruyo-new-orleans-hace-ocho-anos,20fa50734aac0410VgnVCM10000098cceb0aRCRD.html> Consultado el 20 de diciembre de 2016.

Roo. Después del cruce de la bahía de Campeche, tocó tierra en el estado de Tamaulipas en el norte de México. La estimación de daño total para Emily en México era de 400 millones de dólares.

En general, los daños que han causado las lluvias, sequías y huracanes de 2000 a 2012 han ido en aumento en México y acumulan pérdidas económicas por 284,351 millones de pesos, equivalentes a más del presupuesto anual conjunto de las Secretarías de Salud, Desarrollo Social y Seguridad Pública.⁵⁹

El fenómeno de El Niño de 1997 y 1998 fue una demostración aterradora del efecto que algunos cambios en las condiciones oceánicas pueden tener sobre las costas mexicanas. En menos de dos meses, entre el 16 de septiembre y el 10 de noviembre, tres huracanes de increíble intensidad hicieron estragos sobre las costas. El huracán Nora, que impactó las costas de Baja California y penetró por el Golfo de California hasta Arizona, el huracán Paulina, que desmoronó cerros y laderas en Acapulco en un aluvión que dejó cientos de muertos y el huracán Rick, que impactó las selvas del Soconusco produciendo grandes deslizamientos en las laderas con pérdida de grandes áreas de selva primaria.

Poco tiempo después, en enero y febrero de 1998, se presentaron intensas tormentas de invierno en Baja California, que ocasionaron deslizamientos de cañones y barrancas en Tijuana, destrucción de edificios y viviendas y un inmenso daño a la infraestructura urbana. En mayo y junio de ese mismo año las sobrecalentadas aguas del pacífico dieron otra vez su nota destructora demorando la entrada de las lluvias de verano, el llamado monzón mexicano, a las selvas del sur de la república y desatando una gigantesca cadena de incendios forestales, la más grande que se tenga registrada en la historia del país.

Como lo señala el estudio *La economía del cambio climático en México*, los costos potenciales por huracanes y tormentas tropicales en los 25 municipios considerados como más vulnerables de entre los 153 municipios costeros del país, ascenderán a 4 mil 339 millones de dólares, con afectaciones a más de 4 millones de habitantes.

⁵⁹ <http://mexico.cnn.com/nacional/2013/10/21/el-coste-de-los-desastres-naturales-se-acentua-por-la-pobreza-y-corrupcion> Consultado el 23 de abril de 2014.

Se observa también que los costos económicos estimados por huracanes han alcanzado en su peor estación el 0.5% del PIB en 2005 y en promedio entre 1997 y 2005 representaron el 0.12% del PIB. Sin embargo, estas cifras no consideran los costos ocasionados por las muertes por huracanes.

Finalmente se calcula que para 2050 los costos del cambio del clima pudieran ir desde el 3.71% a casi 12% del PIB. Mientras que para fines de siglo, los impactos pudieran representar hasta el 40% del PIB.

Considerando los altos costos de los impactos del cambio climático en nuestro país, es de suma importancia que la economía mexicana transite hacia una trayectoria de crecimiento de baja intensidad de carbono a la par que el resto de las economías del mundo en los próximos años. Simultáneamente se debe realizar un proceso de adaptación que minimice los impactos del cambio climático.

Si bien los recursos requeridos para ello son altos, el costo de la inacción será muy superior a la inversión de actuar a tiempo. Además del financiamiento internacional disponible actualmente y a futuro, México debe plantearse la necesidad de destinar recursos propios y adicionales para cumplir tanto con sus metas de mitigación como con los retos que implica la adaptación.

Las cifras del Banco Mundial muestran que los desastres naturales infligieron el 80% de las pérdidas económicas entre 1980 y 2005. Entre 1997 y 2006, las pérdidas económicas por tormentas e inundaciones, promediaron 0.17% del PIB. Mientras que 3.5 millones de personas se vieron afectadas por huracanes durante el mismo periodo.

Alrededor de 36 millones de personas que viven en comunidades costeras se ven afectadas por ciclones tropicales, y uno de cada tres mexicanos vive en un área propensa a inundaciones.⁶⁰ Durante el periodo de 1970-2009, 31,442 mexicanos murieron; 2,882,359 se lesionaron; 9,273 estaban desaparecidos; 2,781,635 casas fueron destruidas; y 59,882,327 se vieron afectadas por eventos relacionados al cambio climático.⁶¹

⁶⁰ <http://www.portal.conapo.gob.mx/publicaciones/sdm/sdm2008/09.pdf> Consultado el 15 de noviembre de 2014.

⁶¹ UNISDR (2013) Impacto de los desastres en América Latina y el Caribe, 1990-2011

Los impactos de los desastres naturales también se pueden traducir en la reducción del Índice de Desarrollo Humano (IDH) y a su vez en el aumento de los niveles de pobreza en México. Actualmente, México se encuentra en el lugar 71 de 187 países en el IDH, colocándolo en la zona de IDH alto.⁶² Considerando que desde 1980 este ha aumentado en promedio sólo 3.09%, el impacto del cambio climático podría retrasar en poco años lo que ha sido tan difícil mejorar.

La peor temporada de huracanes de la historia reciente de México fue en 2005, en la cual los costos económicos directos asociados alcanzaron el 0.6% del PIB, sin considerar los costos por pérdidas humanas.⁶³

Una contribución importante en estos cálculos de 2010 es el daño y las pérdidas que México sufrió durante el paso del huracán Alex que azotó a los estados de Tamaulipas, Coahuila y Nuevo León en el noreste durante julio del mismo año, dejando a miles de personas sin electricidad, agua y vivienda.

1.7 Impacto en la salud humana.

La salud humana es altamente dependiente de un medio ambiente equilibrado. Mucho de los factores que dañan el ambiente conlleva un detrimento en la salud humana. La contaminación de la atmósfera, recursos acuíferos contaminados o inadecuados, y suelos deteriorados, todos son amenazas para la salud humana y bienestar de la sociedad, y facilitan la propagación de enfermedades.

Como se ha visto a lo largo de este capítulo, muchos de estos factores serán exacerbados por el cambio climático. La tendencia de los extremos climáticos, también traerán más riesgos a la salud humana, por un aumento en la desnutrición y por la predominio de condiciones aptas para la propagación de enfermedades.

El ser humano puede adaptarse a si mismo y su infraestructura para poder vivir satisfactoriamente en diversas condiciones y climas. La dificultad principal en la evaluación del impacto del cambio climático en la salud

⁶² <http://hdr.undp.org/en/countries/profiles/MEX> Consultado el 15 de noviembre de 2014.

⁶³ México ante el cambio climático. Evidencias, impactos, vulnerabilidad y adaptación. Greenpeace.

humana es descifrar la influencia del cambio climático en otros factores que afectan a la salud humana.

El efecto directo principal en el ser humano será aquel causado por estrés calorífico, las temperaturas extremas serán más frecuentes y más extensas, especialmente en zonas urbanas. En las ciudades grandes donde las olas de calor son comunes la tasa de mortalidad podrá aumentar al doble o triple durante los días de altas temperaturas.⁶⁴

Otro impacto del cambio climático en la salud humana es el aumento en la propagación de enfermedades en un mundo más caluroso. Muchos insectos portadores de enfermedades son más prósperos en condiciones más calurosas y húmedas. Por ejemplo, epidemias tales como la encefalitis son asociadas a los climas extremadamente húmedos de Australia, América y África, los cuales son continentes asociados al ciclo de El Niño.⁶⁵

Algunas enfermedades, actualmente limitadas a regiones tropicales, con condiciones de mayor calor podrán ser extendidas a latitudes medias. La malaria es un ejemplo de ese tipo de enfermedades, la cual puede ser propagada por mosquitos en condiciones óptimas de 15 a 32°C con humedad de 50 a 60%. Esto actualmente representa un enorme problema global de salud pública, alrededor de 3, 300 millones de personas (la mitad de la población mundial) están expuestas a la malaria. En 2010 hubo aproximadamente 216 millones de casos de la enfermedad (intervalo de incertidumbre: 149 a 274 millones), que, según las estimaciones, costaron la vida de 655 000 personas (intervalo de incertidumbre: 537, 000 a 907, 000).⁶⁶

Bajo escenarios de cambio climático, la mayoría de los modelos de predicción indican un aumento del rango geográfico de transmisión potencial de malaria y dengue, los cuales actualmente afectan a 40-50% de la población mundial. Otras enfermedades que podrían expandirse por la misma razón son la fiebre amarilla y la encefalitis viral. Sin embargo, en todos los casos, una incidencia real de la enfermedad será influenciada por las condiciones ambiental locales, así como el contexto socio-económico y su infraestructura de salud pública.

⁶⁴ Kalkstein, I., (1993), Direct impact in cities.

⁶⁵ Nicolls, N. (1993) El Niño-Southern Oscillation and vector-borne disease.
http://www.who.int/globalchange/publications/en/el_nino.pdf

⁶⁶ <http://www.who.int/features/factfiles/malaria/es/index.html> Consultado el 18 de noviembre de 2014.

El impacto potencial del cambio climático en la salud humana podrá ser muy grave. Sin embargo, muchos de los factores involucrados son sumamente complejos, cualquier intento por cuantificarlos requerirá de un estudio detallado acerca de los efectos directos del clima en los seres humanos y la epidemiología de las enfermedades que podrán ser afectadas.

La OMS y el IPCC han hecho un análisis en donde señalan que el cambio climático es responsable de un gran número de personas con diversas enfermedades, además de muertes prematuras.

El cambio climático incrementa el número de personas que sufren de enfermedades y lesiones debido a ondas de calor, inundaciones, tormentas, deslaves, fuegos y sequías. También se incrementa la carga de enfermedades diarreicas y la frecuencia de enfermedades cardiorrespiratorias debido a las concentraciones de ozono.

Además se altera la distribución de algunas enfermedades transmitidas por vectores en donde la lluvia es el factor limitante, como el paludismo o el dengue. El efecto de algunas especies de polen que producen alergias, y de forma muy importante, se menciona el riesgo de muertes ante ondas de calor, en particular en personas ancianas. Finalmente, los cambios en el clima influyen en enfermedades relacionadas con los alimentos y el agua, y puede tener efectos de baja en la producción de alimentos, en la calidad y en la cantidad del agua.

En la Ciudad de México el CO_2 se ha asociado con un incremento en las admisiones hospitalarias por infecciones respiratorias de vías bajas y el asma en niños. Mientras que en algunas costas del Golfo de México se ha asociado el incremento de la temperatura en la superficie marina, la temperatura mínima y la precipitación con un incremento en los ciclos de transmisión de dengue. A su vez se ha reportado una relación positiva y significativa entre la temperatura y la mortalidad por golpe de calor en los estados de Sonora y Baja California.

En la costa, una zona con alta densidad poblacional, los problemas de salud impactan no sólo por muertes, lesiones, enfermedades transmisibles y salud mental a corto plazo, sino que también hay repercusiones en salud a largo plazo por daños en vivienda, infraestructura urbana y de servicios, abastecimiento de agua y alimentos, entre otras.

En México el aumento de las temperatura también presentan riesgos relacionados con la incidencia de enfermedades infecciosas y transmitidas por vectores. Estas se encuentran más comúnmente en áreas tropicales en el sur, pero podrían propagarse a regiones más templadas del norte. Las áreas consideradas como particularmente vulnerables a la mayor incidencia de estas enfermedades son Veracruz, Tamaulipas, Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Jalisco, Sinaloa, Guanajuato, el Estado de México y la Ciudad de México.⁶⁷

Respecto a la valoración económica del impacto del cambio climático sobre la salud, existe poco trabajo relacionado. Sin embargo, en el estudio *La economía del cambio climático en México* se establece que para el año 2005, las enfermedades asociadas al aumento de la temperatura como dengue, paludismo e infecciones gastrointestinales casi alcanzaron los \$173 millones de pesos. Es necesario desarrollar estudios que indiquen claramente cual será el comportamiento de distintas enfermedades ligadas al cambio climático.

1.8 Migración

Además de los procesos físicos antes mencionados, el cambio climático tiene la capacidad de interactuar con las tensiones existentes debido a la presión que ejerce sobre recursos limitados, la capacidad de gobernanza y los mecanismos de respuesta como la migración.

Es muy probable que numerosos grupos humanos y comunidades en diversas regiones del mundo se desplacen entre regiones y países por motivos relacionados con el cambio climático. El nivel de riesgo al que se expondrán estas poblaciones, ante diversos eventos, dependerá del grado de vulnerabilidad y de las condiciones de su entorno.

Según la Organización Internacional para las Migraciones (IOM por sus siglas en ingles), las poblaciones más susceptibles a migrar por motivos

⁶⁷ DEHEZA, E. (2011). *Cambio Climático, Migración y Seguridad. Política de Mejores Prácticas y Opciones Operacionales para México*. Royal United Services Institute for Security and Defence Studies. Qatar.

climáticos son aquellas personas cuya forma de vida se ve continuamente amenazada por fenómenos naturales como sequías o inundaciones.

Sin embargo, también se deben tomar en cuenta a aquellas personas que tengan problemas derivados de la obtención de agua. A lo anterior se refiere a aquellas personas cuyos requerimientos de agua tienen que satisfacerse a costa de una inversión en tiempo e ingresos superior al valor estimado de su consumo de agua, aquéllas cuya forma de vida depende de la agricultura de subsistencia y cuya fuente de agua no es confiable. Además aquéllas cuya fuente de abastecimiento de agua se encuentra contaminada y no pueden pagar o no tienen acceso a una fuente alternativa de aprovisionamiento y aquéllas que viven en zonas con altos niveles de enfermedades asociadas con el agua, como malaria, tracoma y cólera.

Por último, grupos vulnerables, es decir mujeres, niños y niñas, que invierten horas de su tiempo recolectando el agua para uso doméstico, y cuya seguridad, educación, productividad y estatus nutricional se pone en riesgo.

Finalmente las consecuencias de la migración por cambio climático serán el aumento de la presión en la infraestructura urbana y los servicios, el freno el crecimiento económico, el incremento de riesgo de conflictos sociales y su incidencia negativa en los indicadores sociales de salud, y educación, tanto de los migrantes como de la población en general.

En 2010, la Environmental Justice Foundation (EJF) estableció que de 500 millones a 600 millones de personas están en riesgo de desplazamiento por el cambio climático. Alrededor de 26 millones ya han tenido que desplazarse, una cifra que la EJF predice podría crecer a 150 millones en 2050.⁶⁸

⁶⁸ <http://www.theguardian.com/environment/2009/nov/03/global-warming-climate-refugees> Consultado el 22 de noviembre de 2014.

1.9 Costos Económicos

En 2007, el asesor sobre la economía del cambio climático y desarrollo del gobierno del Reino Unido, Nicholas Stern presentó el *Informe Stern* sobre la economía del cambio climático el cual aborda este tema desde tres diferentes ópticas de análisis:

- a) Considera el impacto del cambio climático en la vida humana y el ambiente, y examina los recursos necesarios para reducir las emisiones.
- b) Usa modelos económicos que estiman el impacto económico de dicho fenómeno, así como modelos macroeconómicos que consideran costos y efectos de transición a una economía baja en carbono.
- c) Compara el nivel actual y las futuras trayectorias del costo social del carbono, contra el costo de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

En base a lo anterior, Stern llegó a la conclusión de que si se permanece inactivos ante el cambio climático, el costo y riesgo total de este equivaldrá a la pérdida de un mínimo del 5% anual del PIB global. Sin embargo, teniendo en cuenta una gama de riesgos y consecuencias, los cálculos de los daños que se producirían aumentarían a un mínimo del 20% del PIB.

Por el contrario, los costos de adoptar medidas dirigidas a la reducción de las emisiones de GEI puede limitarse aproximadamente al 1% del PIB global cada año. Finalmente, la inversión realizada en los próximos diez a veinte años es clave, ya que tendrá un profundo impacto sobre el clima durante la segunda parte del presente siglo y en el siglo próximo.

En México, según cifras de la Presidencia de la República. el cambio climático representa un costo superior a los 60,000 millones de dólares anuales⁶⁹ es decir, 6% del PIB. Mientras que según el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) de la Comisión Intersecretarial de Cambio

⁶⁹ <http://expansion.mx/planetacnn/2011/10/10/el-cambio-climatico-cuesta-a-mexico-60000-millones-de-dolares-al-ano> Consultado el 12 de enero de 2017.

Climático, la vulnerabilidad mexicana ante el cambio climático implica que el 71% de su PIB será afectado por los impactos adversos de dicho fenómeno.

En el estudio *La economía del cambio climático en México* se señala que los impactos del cambio del clima en la producción agrícola mexicana se encontrarían entre los \$16 y \$22 mil millones de pesos. Estos cálculos no incluyen las pérdidas por el impacto inmediato sobre la producción agrícola, la afectación futura de la productividad de la tierra, el costo directo e indirecto a las comunidades afectadas ni los costos de su reubicación, entre otros factores.

Aunque el sector agrícola solamente representa cerca del 1% del PIB total del país,⁷⁰ éste emplea al 13% de la población económicamente activa.⁷¹ Además es en este sector donde se encuentra la población con más bajo nivel de ingreso en México, la vulnerabilidad de los campesinos ante el cambio climático aumenta significativamente.

Como ya se mencionó anteriormente, al aumentar la temperatura y cambiar los patrones de lluvia se generan las condiciones para que exista un aumento en incendios, tanto en su frecuencia como en su magnitud y alcance. Esto genera pérdidas económicas, tanto directas como indirectas.

Los incendios imponen el costo mismo de la extinción de este, hasta costos como la pérdida en la biodiversidad, la pérdida de los servicios ambientales que proveen los bosques, el costo de la reposición del bosque a través de la reforestación, la pérdida de productos maderables y no maderables, la destrucción de la propiedad y de zonas especiales.

Entonces, los costos inducidos por los incendios forestales debido al aumento de las temperaturas se calcula en \$17 mil millones de pesos por año aproximadamente, éstos sin incluir las pérdidas de servicios ambientales y biodiversidad, ni las muertes y lesiones causadas por estos sucesos.⁷² Sin olvidar que como consecuencia de los incendios forestales, en el 2004 se emitieron 1.3 millones de toneladas de CO_2 .⁷³ El costo de abatir esas

⁷⁰ <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/bs/default.aspx> Consultado el 13 de diciembre de 2016.

⁷¹ http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2015/enoe_ie/enoe_ie2015_05.pdf Consultado el 13 de diciembre de 2016.

⁷² GALINDO, L. (2009). *La economía del cambio climático*. México. Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

⁷³ México ante el cambio climático. Evidencias, impactos, vulnerabilidad y adaptación. Greenpeace.

emisiones fue de \$104 dólares por tonelada de CO_2 equivalente, por lo que el costo de estas emisiones ascendió a \$1,471 millones de pesos.

Mientras que entre 1997 y 2006, los daños por tormentas e inundaciones alcanzaron los US\$8,000 millones.⁷⁴

Finalmente se calcula que para el 2100, el costo del cambio climático podría fluctuar entre el 6 y 30% del PIB, siendo las comunidades rurales las más afectadas.⁷⁵

⁷⁴ World Bank 2009 Country Note: México
http://siteresources.worldbank.org/INTLAC/Resources/257803-1235077152356/Country_Note_Mexico.pdf

⁷⁵ DEHEZA, E. (2011). *Cambio Climático, Migración y Seguridad. Política de Mejores Prácticas y Opciones Operacionales para México*. Royal United Services Institute for Security and Defence Studies. Qatar.

Capítulo 2: Adaptación y mitigación ante el cambio climático.

El cambio climático es uno de los mayores desafíos que deberá enfrentar la humanidad en los próximos años. El planeta, especialmente los océanos, no tienen una respuesta directa ante el cambio climático. Por lo tanto, incluso si dejáramos de emitir todos los GEI hoy, el cambio climático seguirá afectando a las generaciones futuras. Por lo tanto, estamos obligados a actuar de forma urgente.

Al respecto, se ha establecido que la respuesta al cambio climático implica un doble enfoque:



La mitigación se lleva a cabo ya sea mediante la reducción de las fuentes de estos gases o la mejora de los sumideros que acumulan y almacenan estos gases. Su objetivo es evitar la peligrosa interferencia humana en el sistema climático. Así como estabilizar los niveles de GEI en un periodo suficiente que permita a los ecosistemas adaptarse naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sustentable.¹

¹ http://unfccc.int/porta1_espanol/informacion_basica/la_convencion/objetivos/items/6199txt.php
Consultado el 6 de mayo de 2014.

Por otro lado, la adaptación al cambio climático implica una transición social rápida para la creación de capacidades institucionales que permitan respuestas estructurales adecuadas en contra de los efectos del cambio climático. Su objetivo es reducir nuestra vulnerabilidad a los efectos nocivos del cambio climático, así como el aprovechamiento de las oportunidades potenciales asociadas al cambio climático.

Entonces, es de suma importancia para los instrumentadores de políticas gubernamentales recordar que la adaptación al cambio climático requiere una estrategia a mediano y largo plazo, diferenciada para cada sector, acorde a las condiciones territoriales y a las capacidades de los gobiernos locales.

Ante la necesidad de acción ante la amenaza del cambio climático, líderes de diversos países se reunieron, lo que dio el surgimiento del Protocolo de Kioto.

2.1 Protocolo de Kioto

El Protocolo de Kioto sobre el cambio climático es un protocolo de la CMNUCC, y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO_2), gas metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), además de tres gases industriales fluorados: hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6). Su objetivo principal es disminuir el inminente cambio climático.

El 11 de diciembre de 1997 los países industrializados se comprometieron, en Kioto, a ejecutar un conjunto de medidas para reducir los GEI. Sin embargo, el Protocolo entró en vigor hasta el 16 de febrero de 2005, después de la ratificación por parte de Rusia el 18 de noviembre de 2004. Actualmente 192 países han ratificado el acuerdo.²

Los gobiernos signatarios pactaron reducir en al menos un 5% en promedio las emisiones contaminantes entre 2008 y 2012, tomando como referencia los niveles de 1990.

² http://unfccc.int/kyoto_protocol/status_of_ratification/items/2613.php Consultado el 6 de mayo de 2014.

Los miembros de la CMNUCC se reunieron por primera vez para su seguimiento en Montreal, Canadá, en 2005, donde se estableció el llamado Grupo de Trabajo Especial sobre los Futuros Compromisos de las Partes del Anexo I en el marco del Protocolo de Kioto, orientado a los acuerdos que se deben llevar a cabo después de 2012.

En diciembre de 2007, en Bali, Indonesia, se llevó a cabo la tercera reunión de seguimiento, así como la 13ª Cumbre del Clima (COP 13), enfocado principalmente en las cuestiones post 2012. Ahí se llegó a un acuerdo sobre un proceso de dos años denominado Hoja de Ruta de Bali, que tenía como objetivo establecer un régimen post 2012 en la XV Conferencia sobre Cambio Climático, (COP 15) de diciembre de 2009, llevada a cabo en Copenhague, Dinamarca.

La Hoja de Ruta se complementa con el Plan de Acción de Bali, que identifica cuatro elementos clave: mitigación, adaptación, finanzas y tecnología. Además el Plan contiene una lista no exhaustiva de cuestiones que deberán ser consideradas en cada una de esas áreas y pedía el tratamiento de una visión compartida para la cooperación a largo plazo.

Posteriormente, del 29 de Noviembre al 10 de Diciembre del 2010, en Cancún, México, se llevó a cabo la COP16. Ahí los más de 190 países que asistieron adoptaron, con excepción de Bolivia, un acuerdo por el que aplazan el segundo período de vigencia del Protocolo de Kioto y aumentan la ambición de los recortes.

Además se acordó crear el mayor paquete de ayuda jamás realizado para que las naciones en desarrollo hagan frente al cambio climático. Este paquete incluye financiación, tecnología y apoyo para el fomento de la capacidad de adaptación de esos países, y a acelerar sus planes de adopción de vías sustentables hacia economías de bajas emisiones.³

Finalmente, del 28 de noviembre al 9 de diciembre del 2014, tiene lugar en Durban, Sudáfrica el COP17 en el cual se crea el Fondo Verde del Clima. Su objetivo principal es que el Fondo Verde del Clima se convierta en el principal fondo para financiar la lucha contra el cambio climático. Mediante

3

http://unfccc.int/porta1_espanol/informacion_basica/la_convencion/conferencias/cancun/items/6212.php
Consultado el 16 de febrero de 2015.

la movilización de 100,000 millones de dólares para 2020.⁴ Con este fondo se busca promover un cambio significativo hacia un desarrollo con bajas emisiones de carbono y con capacidad de recuperación frente a los efectos del cambio climático a través de enfoques programáticos impulsados por los países.

Mediante el Protocolo de Kioto se crea un procedimiento en donde países desarrollados pueden financiar proyectos de mitigación de emisiones de GEI dentro de países en desarrollo, y a cambio recibir Certificados de Reducción de Emisiones (CER), uno de los diferentes tipos de bonos de carbono.

Así mismo se crea el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), cuyo propósito es, de acuerdo a lo establecido por el Artículo 12 del Protocolo de Kioto, ayudar a las Partes no incluidas en el Anexo I a lograr un desarrollo sustentable y contribuir al objetivo último de la CMNUCC, así como ayudar a las Partes incluidas en el Anexo I a dar cumplimiento a sus compromisos contraídos en virtud del artículo 3 del Protocolo sobre la limitación y reducción de las emisiones de GEI.

El MDL es regulado y supervisado por el Consejo Ejecutivo de MDL de la CMNUCC. Las reglas establecidas por el Consejo Ejecutivo del MDL señalan las siguientes categorías como categorías autorizadas para el desarrollo de proyectos MDL: a) industrias energéticas (renovables y no renovables); b) distribución de energía; c) demanda de energía; d) industrias manufactureras; e) industrias químicas; f) construcción; g) transporte; h) minas y producción mineral; i) producción metalúrgica; j) emisiones fugitivas de combustibles (sólidos, petróleo y gas natural); k) emisiones fugitivas de la producción y consumo de halocarbonos y hexafluoruro de azufre; l) uso de solventes; m) disposición y manejo de desechos; n) forestación y reforestación; y o) agricultura.

Como se puede observar, la energía nuclear queda excluida de los mecanismos financieros de intercambio de tecnología y emisiones asociados al Protocolo de Kioto. Aunque el IPCC, en su cuarto informe, recomienda la

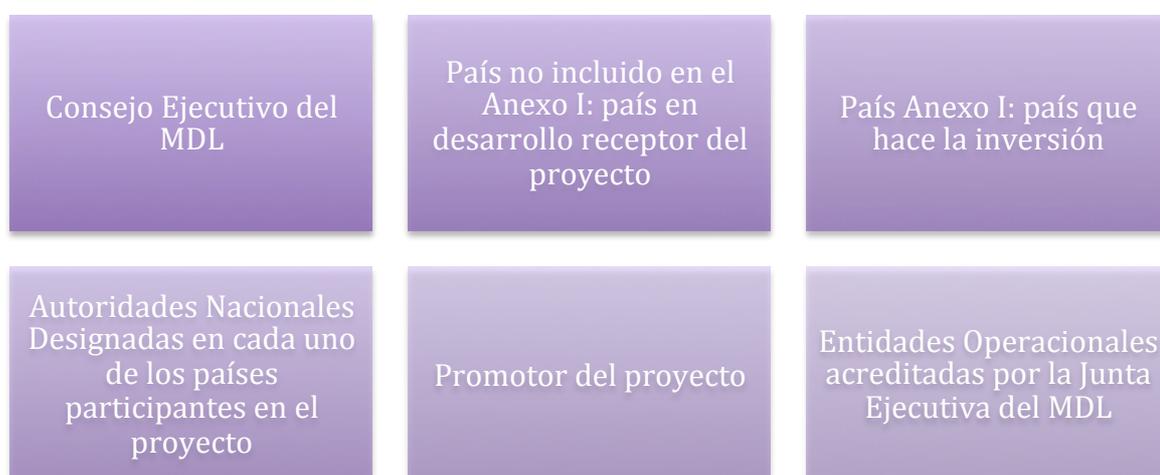
⁴ http://unfccc.int/portal_espanol/newsletter/items/6806.php Consultado el 16 de febrero de 2015.

energía nuclear como una de las tecnologías clave para la mitigación del cambio climático.

Según lo establecido en el Artículo 12 del Protocolo de Kioto, un proyecto MDL debe cumplir con las condiciones de adicionalidad, tanto económica como ambiental, de determinación de la línea base y de contribución al desarrollo sustentable del país. Así mismo, debe cumplir con el ciclo establecido por el Consejo Directivo del MDL antes de poder recibir los beneficios económicos que resultan de esa participación.

El concepto de adicionalidad económica se refiere a que si el proyecto se hubiera podido llevar a cabo en la ausencia de los ingresos provenientes de la venta de créditos de carbono. Mientras que el concepto de adicionalidad ambiental implica que el proyecto en cuestión reduce emisiones de GEI por encima de lo que hubiera ocurrido en ausencia del mismo.⁵

Además el proceso de un proyecto MDL requiere de la intervención de varias instituciones, algunas de ellas creadas específicamente para el funcionamiento de este mecanismo. Los actores que intervienen en el proceso del MDL son los siguientes:



El Consejo Ejecutivo del MDL es el órgano de supervisión del funcionamiento del MDL, el cual trabaja bajo la autoridad y orientación de la Conferencia de las Partes en calidad de Reunión de las Partes.

⁵ <http://finanzascarbono.org/mercados/mercado-voluntario/acerca/adicionalidad/> Consultado el 16 de febrero de 2015.

México pertenece a la lista de países no incluidos en el Anexo I, es decir es el país receptor del proyecto. La autoridad nacional designada, es decir la que lleva a cabo la tramitación de los proyectos en nuestro país, es el Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y Captura de Gases de Efecto Invernadero (COMEGEI).

En cuanto a País Anexo I, se puede tratar de cualquiera de los siguientes países: Alemania, Australia, Austria, Belarús, Bélgica, Bulgaria, Comunidad Económica Europea, Croacia, Dinamarca, Eslovenia, España, Estados Unidos de América, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Japón, Letonia, Liechtenstein, Lituania, Luxemburgo, Mónaco, Noruega, Nueva Zelandia, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, República Checa, Eslovaquia, Rumania, Rusia, Suecia, Suiza, Turquía, Ucrania.⁶

El promotor del proyecto es, por lo general, una empresa o institución del sector privado.

Finalmente, se encuentran las Entidades Operacionales cuya labor es valorar los proyectos, así como verificar y certificar las reducciones de emisiones o absorciones de carbono por sumideros.

⁶ http://unfccc.int/kyoto_protocol/status_of_ratification/items/2613.php Consultado el 13 de mayo de 2014.

A la par del MDL se da surgimiento al Mercado de Bonos de Carbono. El nombre de bonos de carbono se ha dado como un nombre genérico a un conjunto de instrumentos que pueden generarse por diversas actividades de reducción de emisiones. Existen varios tipos de bonos de carbono, dependiendo de la forma en que éstos fueron generados:



En este marco, los países del Anexo I que inviertan en proyectos bajo el MDL, pueden obtener CER por un monto equivalente a la cantidad de CO_2 que se dejó de emitir a la atmósfera como resultado de dicho proyecto.

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

Los ERU se refieren a un monto específico de emisiones de GEI que dejaron de ser emitidas por la ejecución de un proyecto de Implementación Conjunta. La Implementación Conjunta se refiere a un programa que permite a los países industrializados cumplir parte de sus obligaciones de recortar las emisiones de GEI pagando proyectos que reduzcan las emisiones en otros países industrializados.

Y los RMU corresponden a créditos obtenidos por un país durante proyectos de captura de carbono. Estas unidades o créditos solamente

pueden ser obtenidas por países del Anexo I del Protocolo de Kioto y pueden obtenerse también en proyectos de Implementación Conjunta. Estos solamente pueden ser usados por los países dentro del período de compromiso durante el cual fueron generadas, y son para cumplir con sus compromisos de reducción de emisiones. Estos créditos no pueden ser considerados en períodos de compromiso posteriores.

Las transacciones de bonos pueden ser desde una simple compra o venta de una cantidad específica de bonos, hasta una estructura de compra-venta con diversas opciones. Algunas de las opciones son las siguientes: compras spot, contratos de entrega futura y opciones. Todas estas operaciones en el comercio de bonos de carbono están regidas por un contrato entre el comprador y el vendedor.

En lugar de ser un instrumento para la reducción de emisiones de GEI el Protocolo de Kioto dejó la reducción en manos del mercado. Al ser un mercado como cualquier otro, el precio de la tonelada está sujeto a oferta y demanda de bonos de carbono en el mercado. Por lo tanto, no hay un valor oficial sobre el precio de una tonelada de CO_2 reducida o no emitida. Sin embargo, algunas agencias multilaterales han establecido ciertos precios para los proyectos de reducción de emisiones financiados por ellas mismas.

Bajo este régimen, cada Estado Miembro tiene un Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión que especifica una cesta de emisiones de GEI para centrales eléctricas individuales y otras fuentes importantes.

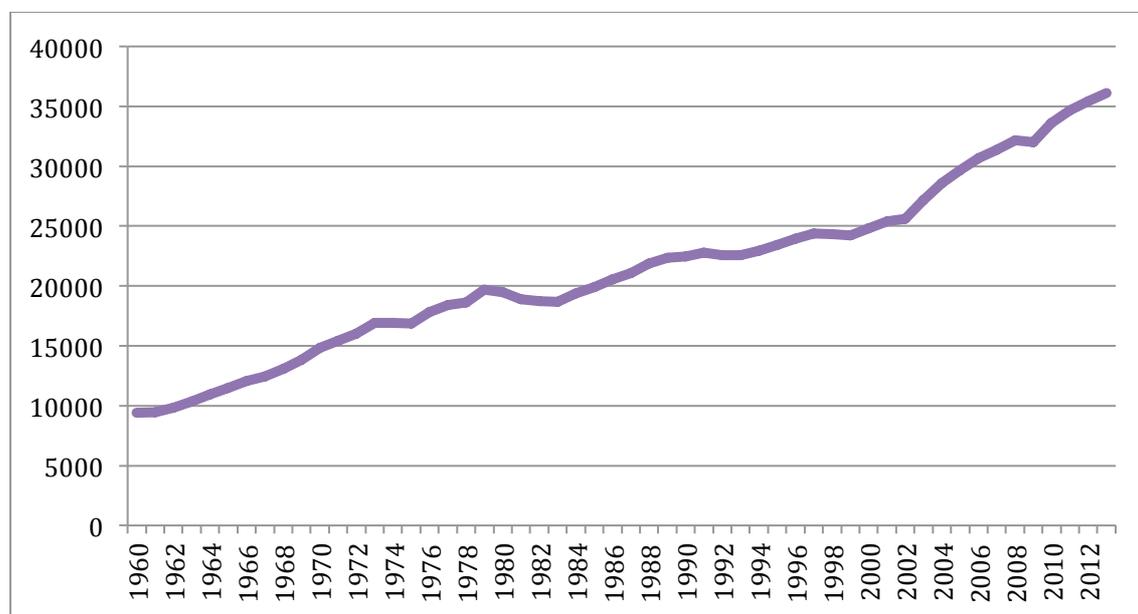
Para cumplir con el Plan, cada instalación puede tanto reducir sus emisiones o comprar derechos de establecimientos con un exceso de permisos. Progresivamente se prevén reglas más estrictas para cada nuevo periodo, que fuerce una reducción en el total de emisiones.

El sistema elaborado en el marco del Protocolo de Kioto ofrece incentivos económicos para que empresas privadas contribuyan a la mejora de la calidad ambiental y se consiga regular la emisión generada por sus procesos productivos, considerando el derecho a emitir CO_2 como un bien canjeable y con un precio establecido en el mercado.

Aunque en teoría el Protocolo de Kioto puede parecer una buena herramienta para disminuir las emisiones de GEI este ha sido un gran

fracaso. Y al final sólo es importante simbólicamente, como expresión de preocupación de algunos gobiernos ante el cambio climático.

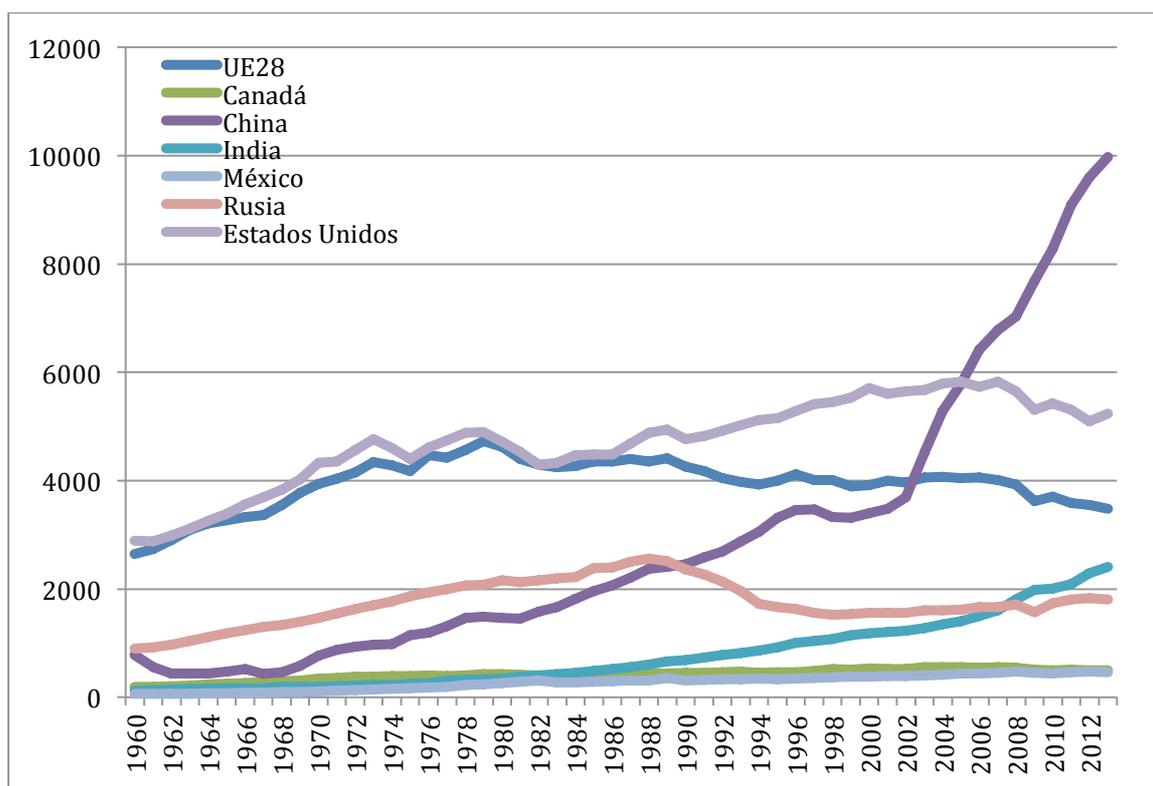
Grafica 2.1: Emisiones de CO_2 mundiales, 1960-2013 (toneladas métricas).



Fuente: Elaboración propia con datos de Global Carbon Atlas.

Como se puede observar en la grafica anterior la emisión de CO_2 en toneladas métricas a nivel mundial no ha disminuido, por el contrario esta va en continuo aumento. De hecho, desde la entrada en vigor del Protocolo de Kioto la emisión de CO_2 ha aumentado 2.51%. Ningún país, o casi ninguno, ha disminuido sus emisiones de CO_2 , es decir, la respuesta mundial ante el cambio climático no ha sido la adecuada. Esto no sólo por la falta de visión a mediano y largo plazo de los distintos gobiernos del mundo, sino también porque el protocolo de Kioto no es de carácter obligatorio no están adheridos a el todos los países del mundo. Además se sigue subordinando a la Biosfera a las reglas del mercado, lo cual no es lógico.

Grafica 2.2: Emisiones de CO_2 en toneladas métricas, 1960-2013.



Fuente: Elaboración propia con datos de Global Carbon Atlas.

* UE28: Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, República Checa, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, Rumanía y Suecia.

Como se puede observar en la grafica anterior, de 1960 a 2005 Estados Unidos de América, país que no ha ratificado el Protocolo, fue el más grande emisor de CO_2 , desde 1990 sus emisiones han aumentado 0.44%. Aunque el porcentaje es mínimo, considerando sus niveles es muy importante que estos no sólo no aumenten sino que disminuyan significativamente.

En el Protocolo de Kioto se estipula que el objetivo de reducción de Rusia es de 17.4%, este país no logró su objetivo, ya que sus emisiones sólo se redujeron en 1.02%.

En promedio los países que comprenden la Unión Europea, tienen estipulado disminuir sus emisiones en 1.12%, estos no alcanzaron su objetivo ya que sólo redujeron en 0.81%, ya que cada uno de los países que la constituyen posee distintos objetivos, no se puede culpar a todos los países de esta falla.

Por ejemplo, Chipre y Malta no entran en la lista de países Anexo I, por lo que no tienen objetivos de reducción. Por otro lado, Croacia, Eslovenia y Lituana aunque son países Anexo I su objetivo de reducción es nulo. Mientras que, nos países como Alemania, el cual es el país con el objetivo de disminución más alto con 7.4%, sólo redujo sus emisiones en 1.21%.

Finalmente, en cuanto a países del Anexo I con objetivos de disminución de emisiones se encuentra Canadá. En 2012, este país se retiró del acuerdo⁷ debido a diversas razones. Para empezar no sólo a que no iba a alcanzar su objetivo de disminución de 3.3%, por el contrario sus emisiones aumentaron en 0.54% porque lo que corría peligro de tener que pagar multas por una suma de 14 mil millones de dólares⁸, sino también porque es un país que depende en gran medida de la explotación de los recursos de su suelo, lo cual ocasiona enormes emisiones de CO_2 .

Así mismo, según Martin Thunert, experto en Canadá del Centro de Estudios de América del Norte, Canadá considera que al no tener un pasado colonial no le debe nada nadie y cree que es injusto que no todos los países ratifiquen el protocolo. Este país, como muchos otros, no asume su responsabilidad como parte de un todo. El cambio climático es un problema mundial por lo tanto todos debemos actuar. Es muy irresponsable desentenderse de la solución, sólo porque no se ha logrado que todos participen.

Por otro lado se encuentra el caso de China e India, ambos al ser países en desarrollo no entran en la lista de países Anexo I, es decir, no tienen ninguna obligación de disminuir sus emisiones. Entonces, en 2005 China paso a ser el mayor emisor de CO_2 , con un aumento de emisiones de 7.53% con respecto a niveles de 2005. Por su parte, India se esta convirtiendo en uno de los mayores emisores con un crecimiento de 5.62% desde 1990 y de 6.96% desde el 2005.

Finalmente, México tampoco es un país con objetivos de disminución establecidos por el Protocolo de Kioto, por lo que, a pesar del los esfuerzos nacionales, las emisiones han aumentado en un 1.77% desde 1990.

⁷ https://unfccc.int/kyoto_protocol/background/items/6603.php Consultado el 14 de mayo de 2014.

⁸ <http://www.dw.de/el-protocolo-de-kioto-fracasó-hace-tiempo/a-15600811> Consultado el 14 de mayo de 2014.

Otro problema del protocolo de Kioto es su flexibilidad. Como se explicó anteriormente, para compensar las duras consecuencias del incumplimiento de objetivos, este ofrece varias maneras en que los países pueden “cumplir” con dichos objetivos.

Mediante el MDL entre 2004 y 2014 se han distribuido más de 1,500 certificados,⁹ pero este mecanismo dista mucho de ser perfecto. Los certificados han perdido buena parte de su valor y el sistema ha sido objeto de reiteradas críticas. Según varios análisis, muchos proyectos no satisfacen los requisitos de la ONU y no recortan realmente las emisiones por lo que no han contribuido a un desarrollo económico sustentable en los países interesados.

Además se encuentra la falla con respecto al principio de adicionalidad, la cual no siempre está garantizada. Según Pierrette Rey, portavoz de la filial suiza del WWF, en India, varias instalaciones de energía eólica recibieron CER, pese a ser simultáneamente promovidas por el Estado. Entonces estas instalaciones se hubieran construido aun cuando no se hubiera obtenido recursos del extranjero. Otra cuestión es que para finales del 2011 el 74% de los CRE los habían acaparado China y la India, con 58% y 16% respectivamente.¹⁰

Compañías chinas se hicieron con la mayor parte de los CRE de un potente gas invernadero, el HFC-23, que es un gas de desecho en la fabricación de refrigerantes. El proyecto apoyado por la ONU consistía en que se fabricaban los refrigerantes para obtener el desecho, el HCF-23, y después se capturaba y destruía, lo cual les proporcionaba certificados con los que ganaban más que con los refrigerantes.¹¹

En el caso de la India, las empresas en sectores como metales, azúcar, gases industriales, productos químicos, papel y otros han aprovechado los CER, aunque las empresas químicas han sido los principales beneficiarias. Muchos fabricantes de productos químicos han utilizado estos ingresos para financiar sus gastos de capital para la expansión

⁹ <http://www.swissinfo.ch/spa/-cuán-eficaz-y-útil-es-el-comercio-de-emisiones-/38514212> Consultado el 6 de febrero de 2015.

¹⁰ <http://af.reuters.com/article/energyOilNews/idAFWNA412020111122> Consultado el 6 de febrero de 2015.

¹¹ http://blogs.nature.com/climatefeedback/2007/05/the_land_of_unintended_consequ_1.html Consultado el 6 de febrero de 2015.

y la diversificación hacia nuevas actividades empresariales,¹² en lugar de encaminar sus empresas a trabajar de forma sustentable.

En teoría, la transacción de los bonos de carbono permite mitigar la generación de GEI, beneficiando a las empresas que no emiten o disminuyen la emisión y haciendo pagar a las que emiten más de lo permitido. Sin embargo, como cualquier otro mercado, al mercado de carbono sólo le preocupa el precio del carbono, no el desarrollo sustentable ni la disminución de emisiones de CO_2 . Por lo tanto, la implementación de estos mecanismos no han presentado el efecto deseado.

Como se pudo observar en la graficas 2.1 y 2.2, no se ha disminuido la emisión de CO_2 en el planeta. Sin embargo, bajo los estándares del Protocolo de Kioto varios países si alcanzaron sus objetivos de disminución, debido al MDL. En lugar de que este mecanismo se haya utilizado para generar reducciones adicionales, sólo se utilizó para no caer en multas y para aumentar los recursos de ciertas empresas.

Finalmente, tan sólo hay que comparar los recursos destinados a mitigación y adaptación para darse cuenta que no se esta haciendo lo suficiente con respecto a medidas de adaptación.

Los recursos internacionales para el fondo de adaptación multilateral son de 1.5 mil millones de dólares derivados en parte de un impuesto al MDL. Sin embargo, los fondos para la mitigación vienen de muchas fuentes y el total es de al menos 19 mil millones de dólares.¹³

Se le debe brindar su debida importancia a las medidas de adaptación, ya que, como se dijo anteriormente, aun cuando en este preciso instante se dejara de emitir GEI, el cambio climático no pararía debido a que la temperatura de la superficie de la Tierra no reacciona instantáneamente al desequilibrio de la energía creada por el aumento de los niveles de dióxido de carbono.

Según el Informe sobre la disparidad en las emisiones del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en su quinta

¹² <http://af.reuters.com/article/energyOilNews/idAFWNA412020111122> Consultado el 8 de febrero de 2015.

¹³ Prins G., and Rayner S. "Time to Ditch Kyoto." *Nature* 449, 24 Oct. 2007. Web. Consultado el 18 de febrero de 2015. http://www.lse.ac.uk/researchAndExpertise/units/mackinder/pdf/mackinder_Kyoto.pdf.

actualización correspondiente al año 2014,¹⁴ para evitar un cambio climático catastrófico se requiere estabilizar el incremento de la temperatura por debajo de los 2°C hacia final del presente siglo, para lo cual las emisiones globales deben alcanzar el máximo en 2015, para decaer drásticamente y llegar a casi cero para el año 2050, lo cual sólo se podrá lograr mediante un tratado global justo, ambicioso y obligatorio, cualidades que no posee el Protocolo de Kioto.

Un acuerdo justo se refiere a que absolutamente todos los países adopten medidas para reducir emisiones, esto siempre de acuerdo a sus responsabilidades. Los países desarrollados, principales responsables del cambio climático, son los que más deben reducir sus emisiones, así como proporcionar una importante cantidad de sus recursos para promover las energías limpias, el combate a la deforestación y la adaptación en los países en desarrollo.

El acuerdo debe ser ambicioso, es decir debe tener exigencias que actúen conforme lo requiere la ciencia y debe estar en continua actualización.

Finalmente debe ser obligatorio, es decir debe ser legalmente vinculante para todos los países y debe contemplar la verificación de las reducciones realizadas. A estas alturas del problema, una declaración política no es suficiente, se necesitan hechos no buenas voluntades.

Además debe dejar de un lado a lo postulado por la economía ambiental la cual sólo se encuentra preocupada por el análisis costo-beneficio. Se debe de eliminar el mercado de carbonos, ya que cómo se explicó anteriormente, no funciona.

Aunque el Protocolo de Kioto presenta buenas ideas, tales como que los países desarrollados tienen mas responsabilidad tanto en la disminución de emisiones de GEI como en proporcionar recursos necesarios para la adaptación y mitigación, este no sólo no ha estado a la altura de las circunstancias, sino también ha sofocado el debate sobre políticas alternativas para la mitigación y adaptación ante el cambio climático.

¹⁴ http://www.unep.org/publications/ebooks/emissionsgapreport2014/portals/50268/pdf/Emissions_Gap_PR_ES.pdf Consultado el 18 de febrero de 2015.

2.2 Legislación en México.

México ha participado activamente en diversos foros multilaterales. Ratificó en 1993 la CMNUCC como país No Anexo I, en 1998 firmó el Protocolo de Kioto y en el 2000 lo ratificó.

Aunque México no está obligado por ningún convenio internacional a satisfacer metas cuantitativas de reducción de emisiones de GEI, el Gobierno Federal ha trabajado en la definición de metas propias que muestren la voluntad de nuestro país de actuar contra el cambio climático, aunque, como se observa en la gráfica 2.2 no se obtuvieron los resultados esperados.

En nuestro país, el encargado de velar por la reducción de emisión de GEI es la COMEGEI, la cual fue creada el 23 de enero de 2004, y es un grupo de trabajo dentro de la estructura de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC).

Esta Comisión, creada mediante un decreto presidencial el 24 de abril de 2005, funge como Autoridad Nacional Designada de México ante la Convención. Entre sus atribuciones figura la responsabilidad de identificar oportunidades, facilitar y aprobar la realización de proyectos de reducción de emisiones y captura de GEI en nuestro país, para lo cual cuenta con el Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y Captura de Gases de Efecto Invernadero.

La Comisión cuenta con un Secretariado Técnico a cargo de la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental de la SEMARNAT. Está integrada por representantes de las siguientes dependencias: Secretaría de Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría de Energía, Secretaría de Economía, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Secretaría de Desarrollo Social y Secretaría de Relaciones Exteriores.

de cambio climático ha sido incluido por primera vez en dicho Plan en su Eje Rector 4 dedicado a la Sustentabilidad Ambiental.

En la ENACC se establece que el cambio climático es un problema de seguridad nacional, ya que presenta un riesgo muy serio en el intento de reducir la pobreza y amenaza con impedir el desarrollo social y económico de nuestro país.

El principal objetivo en materia de mitigación consiste en desacoplar cada vez más el incremento de las emisiones vinculadas al crecimiento económico del país. Para esto se identifican oportunidades sectoriales y acciones específicas dos grandes áreas:

a) generación y uso de energía, con una reducción estimada de 98.8 $MtCO_2e$ anuales.

b) vegetación y uso de suelo: con una captura de carbono estimada de $MtCO_2e$, y una reducción de emisiones estimada de 12.2 $MtCO_2e$.

Así mismo se llevarán a cabo acciones que crearan oportunidades de conservación de carbono forestal al 2012, las cuales conservarán aproximadamente 23,350 $MtCO_2e$.

Según el ENACC, la mitigación del cambio climático, no será sostenible sin una señal económica que la impulse. El gobierno considera que los costos sociales derivados de las emisiones causadas por diversos agentes económicos se vuelven oportunidad gracias al MDL. Al respecto, se contempla una participación progresiva de nuestro país, tanto el número de sectores participantes como los valores de carbono manejados, en el mercado de carbonos y en la creación de proyectos MDL.

El gobierno considera que el esquema operaría con precios controlados de carbono, inicialmente bajos, los cuales serán revisados periódicamente hasta equipararse a los precios que rijan en el mercado internacional. Entonces el desarrollo por etapas de este esquema permitiría modular su avance para aprovechar al máximo las oportunidades brindadas por el Protocolo de Kioto y extraer del mismo el mejor dividendo posible en términos del impulso a un desarrollo limpio.

La situación geográfica de México, las condiciones climáticas, orográficas e hidrológicas, entre otros factores, contribuyen a que nuestro país esté expuesto a eventos hidro-meteorológicos que pueden determinar desastres. Por lo tanto, la ENACC identifica áreas clave la adaptación al cambio climático, que son las siguientes:

- a) Gestión de riesgos hidro-meteorológicos y manejo de recursos hídricos
- b) Biodiversidad y servicios ambientales
- c) Agricultura y ganadería
- d) Zona costera
- e) Asentamientos humanos
- f) Generación y uso de energía.

Por otro lado, a través del PECC, se intenta demostrar que es posible mitigar el cambio climático y adaptarse, sin comprometer el proceso de desarrollo, e incluso obtener un beneficio económico. En su integración, se consideraron cuatro componentes fundamentales para el desarrollo de una política integral para enfrentar el cambio climático: a) visión de largo plazo, b) mitigación, c) adaptación, y d) elementos de política transversal.

Mediante este programa, el gobierno mexicano asume el objetivo de reducir en un 50% sus emisiones de GEI al 2050, en relación con las emitidas en el año 2000.

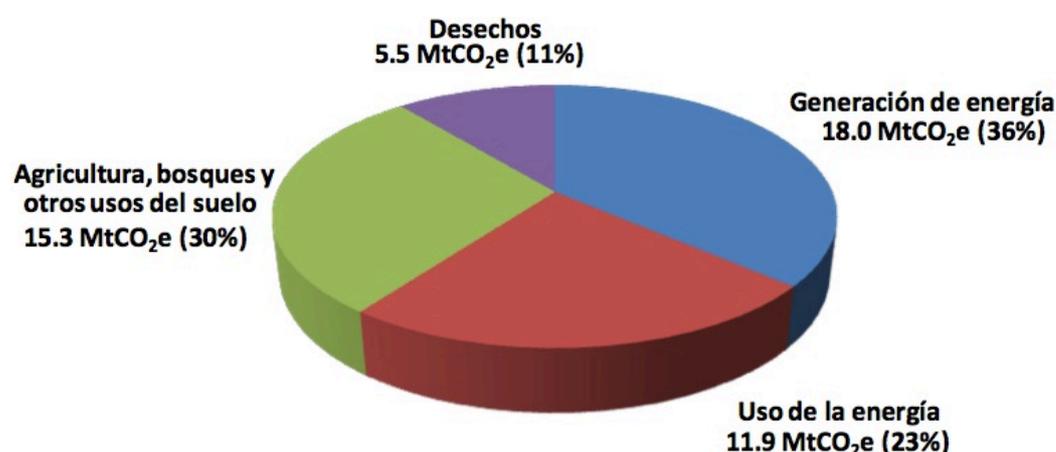
Respecto a la adaptación, la visión del PECC al 2050 considera tres etapas: primera etapa (2008-2012) de evaluación de la vulnerabilidad del país y de valoración económica de las medidas prioritarias, segunda etapa (2013-2030) de fortalecimiento de capacidades estratégicas de adaptación, y la tercera etapa (2030-2050) de consolidación de las capacidades construidas.

Mediante el PECC se busca dar un impulso inicial a la descarbonización de la economía mexicana y con su cumplimiento se estima alcanzar una reducción total de emisiones anuales en 2012, de aproximadamente 51 $MtCO_2e$.

Alcanzar esta meta equivale a sacar de la circulación a todo el parque vehicular del DF por cuatro años y medio o a almacenar carbono en un área

de bosques de 1700 km^2 , lo que equivale al tamaño de la Ciudad de México.¹⁶

Grafica 2.3: Reducciones planeadas a 2012 $50.7\text{ MtCO}_2\text{e}$.



Fuente: PECC 2008-2012

La grafica anterior nos muestra las cuatro áreas principales en las que se llevaran a cabo acciones que reducirán las emisiones de CO_2 y sus reducciones estimadas. La generación de energía es la que posee los mayores niveles de disminución según lo planeado en el PECC.

Debido a que México emite sólo 1.6% de las emisiones totales del planeta, los avances en el ámbito de la mitigación tendrán muy poco efecto. De ahí la importancia de una acción global equitativa y de gran escala, donde cada país comprometa su mejor esfuerzo.

En materia de mitigación, el PECC divide en cuatro secciones los principales objetivos y sus metas correspondientes. La primera sección se refiere a la generación de energía, la segunda sección se refiere al uso de energía, la cual se enfoca en la aplicación de medidas para elevar la eficiencia energética de los sectores con mayor consumo de energía.

Por otro lado, la sección tres se refiere a la agricultura, bosques y otros usos del suelo. Finalmente la cuarta sección se refiere a la emisión de GEI derivada de los desechos. Es de suma importancia recalcar que en

¹⁶ <http://cc2010.mx/es/mexico-y-el-cambio-climatico/acciones-de-mexico-programa-especial-de-cambio-climatico/index.html> Consultado el 20 de febrero de 2015.

generación de desechos, México se encuentra por encima del promedio mundial.

Con respecto, al sector privado, el cual obviamente no posee objetivos en el PECC. Sin embargo, es relevante promover y fomentar lo antes posible la participación creciente de este sector en los esfuerzos nacionales de mitigación. Por lo tanto, se deben llevar a cabo mejoras legales y regulatorias que obliguen inversiones privadas en infraestructura que permita el mayor aprovechamiento de fuentes renovables de energía, el uso más eficiente de los recursos energéticos no renovables, y el manejo sustentable de los desechos.

Además es importante propiciar una mayor participación de organismos nacionales e internacionales en el financiamiento de proyectos de ahorro de energía, así como de Empresas de Servicios Energéticos (ESCO por sus siglas en inglés).

Las ESCO, según el tipo de proyecto, ofrecen tanto la ingeniería, como el equipamiento y la inversión para la ejecución de acciones de eficiencia energética, cuyos beneficios económicos son compartidos entre éstas y la empresa propietaria de las instalaciones, con base en el flujo de efectivo que genera el proyecto.

El cambio climático desencadenará procesos que disminuirán la humedad de suelos lo que conducirá a un descenso en la producción agrícola y a una intensificación de los procesos de desertificación y degradación de tierras. Los efectos de estos procesos se intensifican por las desigualdades sociales económicas y regionales y por la persistente presencia de condiciones de pobreza.

Sin embargo, el problema alimentario desencadenado por el cambio climático no radica en la disminución de la productividad cómo se nos quiere hacer creer sino en los patrones de producción, consumo y en la pésima distribución de recursos.

Todos hemos desperdiciado comida en al menos una ocasión y por las razones más simples, tales cómo por cuestiones de espacio o las estrictas fechas de caducidad. Cuando este tipo de decisiones se multiplican por los millones de hogares en el mundo, entonces se convierte en un problema de grandísimas proporciones.

Según el informe del Instituto de Ingenieros Mecánicos británico titulado: *Global Food: Waste Not, Want Not*, la mitad de la comida que se produce en el mundo acaba en la basura o pudriéndose en el campo. Entre el 30% y el 50% de los 4,000 millones de toneladas de alimentos que se generan en el mundo no llegan a ser ingeridos.

El estudio *Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction* de la FAO, establece que, 1.3 mil millones de toneladas de comida son desperdiciadas cada año en todo el mundo. Esto en un planeta en el que más de mil millones de personas padecen hambruna. Además muestra que cada año, los consumidores de países desarrollados desperdician 222 millones de toneladas, una cantidad casi par a la producción total de alimento del África Subsahariana (230 millones de toneladas).

No por esto se debe dejar de un lado la conservación de tierras, sino en lugar de enfocar los recursos y desarrollo de tecnología en el aumento de la productividad agrícola, se debe dar toda la atención a la mejora en la distribución de los alimentos.

Entonces, la adaptación debe integrar todos los ajustes necesarios para que los sistemas humanos y naturales disminuyan su vulnerabilidad, minimicen daños y aprovechen posibles beneficios de las nuevas condiciones climáticas.

En el PECC, los objetivos de adaptación están divididos en ocho secciones: a) gestión integral de riesgo; b) recursos hídricos; c) agricultura, ganadería, silvicultura, pesca; d) ecosistemas; e) energía, industria y servicios; f) infraestructura de transportes y comunicaciones; g) ordenamiento territorial y desarrollo urbano y h) salud pública.

Con respecto a las capacidades de gestión de riesgo instaladas en México, estas se organizan bajo el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) y constituyen la plataforma para desarrollar las capacidades de adaptación ante el cambio climático.

El diseño del SINAPROC se basa en sumar las capacidades de observación, alerta temprana y respuesta que diversos organismos han desarrollado para prevenir riesgos geológicos, hidro-meteorológicos, químicos, sanitarios, de suministro o tecnológicos. Mediante el PECC se trata de reformular un diseño que integre todas las capacidades actuales bajo el

enfoque de un sistema de gestión integral de riesgo único, que oriente la planeación de la evolución espacial de la economía y de los asentamientos humanos, de tal modo que se reduzcan los grados de exposición al riesgo.

En el PECC se plantea que este sistema deberá constituirse como un eje transversal para reestructurar a fondo el sistema nacional de protección civil, el sistema nacional de ordenamiento de asentamientos humanos, el sistema de defensa costera y el sistema nacional de planeación del desarrollo y ordenamiento ecológico.

La primera sección de dicho plan se refiere a la gestión de riesgo, mientras que la siguiente sección se refiere a los recursos hídricos del país. En México, la disponibilidad media de agua por habitante se redujo de $11,500m^3$ anuales en 1955, a $4,900m^3$ en 2000 y a $3,822m^3$ en 2005.¹⁷

Según la CONAGUA, si el régimen de precipitación pluvial no se modifica, sólo por el crecimiento de la población se esperarían disponibilidades medias de $3,285m^3$ en 2030, y de $3,260m^3$ en 2050. Al solo tomar en cuenta el aumento de la población se están dejando de lado los riesgos causados por la persistencia de prácticas agrícolas poco eficientes, la sobreexplotación de acuíferos y el tratamiento inadecuado del agua urbana e industrial, que deteriora la calidad del agua superficial y contamina los acuíferos.

La tercera sección esta dedicada a la adaptación en la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. Mientras que la cuarta sección se refiere a los ecosistemas, los cuales proveen bienes y servicios ambientales fundamentales para el bienestar general de la población. Si estos mantienen su integridad y equilibrio, constituyen la base de sustentación para enfrentar el cambio climático.

En las tareas de protección de los ecosistemas, los servicios ambientales que comprenden la regulación del clima, el ciclo hidrológico y el ciclo de carbono, contribuyen especialmente al desarrollo de una política de adaptación.

Por otro lado, la quinta sección se refiere a las medidas de adaptación en el sector energía, industria y servicios. La sexta sección esta dedicada a

¹⁷ CONAGUA, 2007. *Programa Nacional Hídrico 2007-2012*. Comisión Nacional del Agua, SEMARNAT, México.

las acciones de adaptación son respecto a la infraestructura de transportes y comunicaciones.

La séptima sección es dedicada a la adaptación con respecto al ordenamiento territorial y desarrollo urbano. El cambio climático agudizará las condiciones de no sustentabilidad de muchos de los procesos de ocupación del territorio y de asentamientos de la población. En México, la expansión urbana ha tenido lugar con frecuencia en localizaciones mal ubicadas, con posible invasión de cauces y carencia de infraestructura adecuada, los cuales incrementan todavía más el riesgo. No sólo eso, la excesiva invasión de espacios naturales conlleva necesidades de infraestructura y de utilización de energía que dificultan los esfuerzos de mitigación.

Por lo que surge la importante necesidad de impulsar instrumentos de ordenación territorial y de ordenamiento ecológico.

En relación con suelo, edificación y patrimonio construido el objetivo es promover la incorporación de criterios preventivos de adaptación en las políticas y programas de desarrollo urbano y ordenamiento territorial, que atiendan en particular a los sectores más vulnerables de la población.

La última sección en cuanto a adaptación se refiere a la salud pública. Los factores determinantes básicos del derecho a la salud incluyen alimentación y nutrición adecuada, vivienda apropiada, agua potable y saneamiento adecuado, así como un medio ambiente sano. Todos estos elementos serán afectados negativamente por el cambio climático.

Finalmente, al ser un derivado del ENACC, este programa apoya y fomenta la participación de México en el mercado de carbono así como en la creación de proyectos MDL.

Al respecto, para finales del 2012, se incrementó a 142 el número de proyectos MDL registrados por nuestro país, más dos MDL Programáticos. Por otra parte, entre enero y julio de 2012 se emitieron 2.32 millones de CER para proyectos de México. A través de este mecanismo, se mitigaron 16.03 millones de toneladas de CO_2 e de 2006 a julio de 2012.¹⁸

Con respecto a programas a nivel estatal, el estado de Veracruz concluyó en 2008 su Plan Estatal de Acción Climática, el primero de su tipo

¹⁸ Calderón, F., (2012), Sexto Informe de Gobierno, México.

en México. Seguido por el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México (PACCM) 2008-2012.

El PACCM tiene como objetivo integrar, coordinar e impulsar acciones públicas en el Distrito Federal para disminuir los riesgos ambientales, sociales y económicos derivados del cambio climático y promover el bienestar de la población mediante la reducción de emisiones y la captura de GEI.

Por otro lado, sus metas son reducir siete millones de toneladas de CO_2e en el período 2008-2012, y llevar a cabo un programa integral de adaptación al cambio climático para el Distrito Federal y tenerlo en pleno funcionamiento para el 2012.

El PACCM considera acciones dentro de cinco áreas temáticas: energía, transporte, agua, residuos, adaptación y comunicación y educación ambiental y se suscriben dentro de dos líneas de acción. La línea de acción de mitigación integra acciones encaminadas a la reducción de emisiones de GEI y a la captura de CO_2 , que reducirán la contribución de la Ciudad de México, a las concentraciones de GEI en la atmósfera terrestre y la línea de acción de adaptación incluye acciones que reducirán los riesgos que implican los efectos del cambio climático para la población y para la economía local.

Al igual que el Protocolo de Kioto los planes gubernamentales de nuestro país carecen de ambición, compromiso y justicia, de ahí su fracaso.

Los recursos que se asignan a la explotación de petróleo deben ser redirigidos a la promoción de fuentes de energía renovable. Los proyectos petroleros en aguas profundas conllevan riesgo ambiental, su desarrollo contradice el criterio de reducir progresivamente los impactos ambientales del sector energético. Resaltando que después del desastre Fukushima, no debe haber incremento en la participación de la energía nuclear por el riesgo que representa.

2.3 Empresas en México

Como ya se mencionó anteriormente, las actividades empresariales ocasionan diversos problemas ambientales, tales como contaminación, destrucción de ecosistemas y cambio climático, a los cuales denominan externalidades. Al hacer esto los justifican, minimizan su gravedad y los colocan como un problema que no es de su responsabilidad. Por lo que la reparación de estos daños no es pagada por las empresas sino por la sociedad en su conjunto. Esta irresponsabilidad ambiental es una de las principales causas del deterioro ambiental que vive el planeta.

Situación a la que se le agregan las varias décadas de imposiciones de una agenda corporativa neoliberal, la cual nos han dejado con políticas agresivas que han fomentado la pérdida de espacios democráticos a nivel local, nacional e internacional. Las empresas trasnacionales y varios gobiernos acostumbran colocar sus intereses por encima del bienestar colectivo y se presentan renuentes a cambiar.

Existen muchos ejemplos, entre ellos el de Dupont, que no quería sacar del mercado los gases CFC que estaban destruyendo la capa de ozono. Tras varias negociaciones la empresa se comprometió a bajar paulatinamente sus niveles de producción de HCFC para sacarlo totalmente del mercado para 2040.¹⁹ Está también el caso de las petroleras como Exxon, que se niegan a reconocer la realidad del cambio climático y han invertido una gran cantidad de recursos para financiar grupos que niegan este problema.²⁰ Esto no es más que una pequeña muestra de la irresponsabilidad empresarial, que llega al extremo de actuar en contra de acuerdos e iniciativas internacionales que buscan salvaguardar las condiciones de vida de los seres vivos.

Esta actitud empresarial se expresa tanto en daños globales como locales. En México, sobresalen los impactos ambientales provocados por Petróleos Mexicanos (PEMEX), especialmente en el sureste mexicano.²¹

¹⁹ <http://www.dupont.com/corporate-functions/our-company/insights/articles/position-statements/articles/hcfc-hfcs.html>

²⁰ <http://www.greenpeace.org/usa/global-warming/exxon-and-the-oil-industry-knew-about-climate-change/infographic-exxons-long-history-of-climate-change-denial/>

²¹ <https://www.veoverde.com/2013/07/el-impacto-de-pemex-en-el-medio-ambiente/>

PEMEX ha dañado dramáticamente vastas regiones de ecosistemas muy ricos en biodiversidad y productividad, afectando la calidad de vida y la economía de miles de personas. Esta irresponsabilidad ambiental empresarial continúa en México por la falta de una auténtica procuración de justicia. La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) carece de autonomía y recursos, lo cual demuestra la insensibilidad y el desinterés gubernamental por los recursos naturales.

En respuesta a las crecientes presiones sociales para hacer que las empresas asuman su responsabilidad en el auge de la crisis ecológica las empresas acuñaron el término *empresa socialmente responsable*.

Una empresa socialmente responsable (CSR, por sus siglas en inglés) se refiere a aquellas empresas que llevan a cabo prácticas que involucran iniciativas que benefician a la sociedad. Existen cuatro categorías de prácticas socialmente responsables que diversas empresas están practicando actualmente, estos son: esfuerzos ambientales, filantropía, prácticas éticas de trabajo y voluntariado.²²

Sin embargo, esta certificación tiene requerimientos muy vagos, y no se dan especificaciones de que están haciendo las empresas para obtenerlo. En sí, las empresas sólo están adoptado este modelo porque esta representando un aumento en las ganancias. Un estudio de A.T. Kearney establece que los precios de las acciones de las empresas socialmente responsables superaron en 15% el promedio de sus respectivas industrias.²³ Mientras que un estudio de McKinsey mostró que 87% de los consumidores globales se preocupan por el impacto social y ambiental que generan los productos que compran.²⁴

En nuestro país, donde la democracia es incipiente, es común encontrar que las empresas con mayores impactos al medio ambiente son las que más invierten en campañas publicitarias donde afirman ser ambientalmente responsables. Además de que se favorece a las grandes empresas por sobre los intereses de los campesinos y la sociedad mexicana, no se nos está dando información correcta acerca de las practicas de estas.

²² <http://www.businessnewsdaily.com/4679-corporate-social-responsibility.html>

²³ [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Respuesta_cambio_climatico/\\$FILE/respuesta_cambio_climatico.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Respuesta_cambio_climatico/$FILE/respuesta_cambio_climatico.pdf)

²⁴ [respuesta_cambio_climático.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Respuesta_cambio_climatico/$FILE/respuesta_cambio_climatico.pdf)

La mayor parte de la materia prima de las grandes marcas de alimentos proviene de un modelo de agricultura industrial, responsable de casi el 19% de GEI en México,²⁵ la cual emplea agroquímicos de manera indiscriminada y sin monitoreo (30 de ellos están prohibidos en otros países),²⁶ lo cual afecta la calidad de los suelo, el agua y el aire.

El sistema alimentario corporativo pone sus ganancias por encima de las necesidades de la sociedad, por eso es que conduce a incidentes que ponen en riesgo la salud de los seres vivos, que provocan devastación ambiental, explotación laboral y la fragmentación de las comunidades rurales. No es un secreto que se viven condiciones de semiesclavitud en los campos agrícolas industriales.^{27 28}

Está el caso del Grupo Herdez, empresa que recientemente obtuvo la certificación de empresa socialmente responsable.²⁹ Sin embargo, en el ranking de transparencia de Greenpeace, esta empresa se encuentra en rojo,³⁰ es decir se negó a brindarle información alguna acerca de sus productos. En los distintos sitios web de sus productos se da a conocer la información nutrimental, pero no se da a conocer donde ni en que condiciones son cosechados su productos, entonces no se sabe si al consumir sus productos también se están consumiendo productos transgénicos ni si se están respetando los derechos humanos de sus empleados.

Otro ejemplo es el de Driscoll's, esta empresa no produce las fresas que vende, las compra a granjas como BerryMex en México o la Sakuma Brothers Farm en Estados Unidos, las cuales están bajo escrutinio debido a los movimientos de sindicatos y otras organizaciones, las cuales protestan por el maltrato que sufren.³¹

²⁵ <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Prensa1/2015/Junio/Ponen-bajo-la-lupa-a-15-empresas-de-alimentos/> Consultado el 20 de diciembre de 2016.

²⁶ <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Noticias/2016/Octubre/Conoce-la-respuesta-de-Bimbo/> Consultado el 20 de diciembre de 2016.

²⁷ <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Prensa1/2016/Septiembre/El-Estado-mexicano-debe-cumplir-las-recomendaciones-del-Grupo-de-Trabajo-de-la-ONU-sobre-empresas-y-derechos-humanos/> Consultado el 20 de diciembre de 2016.

²⁸ <http://graphics.latimes.com/product-of-mexico-stores/>

²⁹ <https://www.cemefi.org/esr/> Consultado el 20 de diciembre de 2016.

³⁰ <http://greenpeace.mx/comidasana/public/?origen=webBole> Consultado el 20 de diciembre de 2016.

³¹ <http://www.latimes.com/local/california/la-me-baja-farmworkers-20150411-story.html> Consultado el 10 de enero de 2017.

A pesar de que México es el tercer mayor productor de fresas en el mundo,³² los trabajadores ganan 7 dólares al día y por lo general no les pagan hasta el final de la temporada, además no reciben prestaciones.³³ En las granjas se pueden encontrar niños trabajando y aunque la ley mexicana prohíbe que cualquier persona menor a 15 años de edad trabaje, las compañías pueden ignorar fácilmente este mandato, ya que existe una ley que demanda que las empresas sean notificadas antes de ser auditadas.³⁴ Entonces las empresas tienen tiempo para esconder a los niños, pasar la inspección y continuar sus labores como de costumbre.

Más de la mitad de los trabajadores agrícolas mexicanos provienen de comunidades indígenas y muchos de ellos ni siquiera hablan español.³⁵ Tampoco tienen recursos para traducir documentos importantes como contratos, manuales o textos que los protejan. Como resultado, trabajan en la oscuridad y esperan lo mejor.

Junto a los problemas anteriores se suma el surgimiento de nuevas tecnologías, tales como la ingeniería genética, que junto a las leyes de propiedad intelectual, están orillando a la desaparición de la diversidad. Además la segunda ola de programas estilo Revolución Verde, que impulsan empresarios tales como Bill Gates, intentan que las corporaciones asuman no sólo el control de las semillas sino también del sistema alimentario mundial.³⁶

Cómo se menciona en el capítulo primero, se culpa al cambio climático por la falta de alimento a nivel mundial, y en la misma línea se culpa a la agricultura campesina por la devastación ambiental así como se le tacha de ineficaz.

³² <http://www.hortalizas.com/cultivos/fresas-moras/mexico-es-ahora-el-tercer-productor-mas-importante-de-fresas-en-el-mundo/> Consultado el 10 de enero de 2017.

³³ <https://news.vice.com/video/the-fruits-of-mexicos-cheap-labor> Consultado el 10 de enero de 2017.

³⁴ <https://news.vice.com/video/the-fruits-of-mexicos-cheap-labor> Consultado el 10 de enero de 2017.

³⁵ http://inthesetimes.com/working/entry/17865/alleging_labor_abuses_u.s._and_mexican_workers_call_for_boycott_of_driscoll Consultado el 10 de enero de 2017.

³⁶ <https://www.grain.org/es/article/entries/5078-como-gasta-la-fundacion-gates-su-dinero-para-alimentar-el-mundo> Consultado el 10 de enero de 2017.

productores y trabajadores agrícolas no tienen suficiente que comer.⁴⁰ Es además una de las principales causas de la crisis climática, sumando las emisiones de todas las actividades relacionadas a la cadena alimentaria industrial, esta es responsable de entre 44% y 57% de las emisiones de GEI,⁴¹ también es causa de otros problemas ambientales, tales como deforestación, erosión de suelos y pérdida de diversidad. La agricultura industrial ha ocasionado más daños que beneficios y no tiene la capacidad ni el deseo para lidiar con sus efectos.

En última instancia, ante la pasividad del gobierno, es nuestro dinero la herramienta principal para guiar el cambio necesario. Las decisiones que tomemos conforme a que productos adquirimos promueve o rechaza la forma en que se hacen negocios, los productos que se ofrecen, la manera en la que se trata a los trabajadores del campo y la calidad de lo que está a nuestro alcance. De ahí que las empresas que ofrecen alimentos con potenciales riesgos para la salud, como los transgénicos, se rehúsen a brindarnos información.

Entonces nosotros los consumidores jugamos un papel clave en la promoción de una verdadera responsabilidad ambiental de las empresas. Debemos exigir transparencia porque tenemos derecho a conocer sus prácticas ambientales y a difundir esta información al resto de la sociedad. Además, tenemos tanto el derecho, como la obligación de elegir productos y servicios que respeten el medio ambiente y los derechos humanos.

⁴⁰ GRAIN, (2012) El gran robo de los alimentos, Icaria Editorial.

⁴¹ GRAIN, (2016), El gran robo del clima, Editorial Itaca.

Capítulo 3: Alternativas energéticas

A lo largo de la historia humana, el desarrollo de la tecnología se ha basado en la explotación de petróleo. Este no sólo se utiliza para combustibles, el petróleo y sus derivados también se utilizan en diversas industrias, tales como la alimenticia, textil, limpieza, agrícola, medica, construcción, muebles y telecomunicaciones.

Todos los aspectos relacionados con la explotación de petróleo, es decir la búsqueda, exploración, desarrollo y producción de los recursos tienen impactos ambientales.

La exploración sísmica ocasiona ruido y molestia proveniente de las cargas explosivas. Los pozos exploratorios o para pruebas geológicas, implican la profunda alteración del ecosistema en el sitio, ya sea por los caminos de acceso, el campo de aviación, las plataformas, los oleoductos, los gasoductos, los almacenes, las plantas de procesamiento y las instalaciones auxiliares.

Los caminos de acceso, las operaciones sísmicas y los pozos exploratorios no sólo ocasionan deterioro en los recursos culturales y los ecosistemas, también pueden afectar a las comunidades locales, si su ubicación y diseño no son los adecuados.

La explotación de los pozos puede ser llevada a las refinerías en camiones cisterna, aumentando el tráfico, los accidentes y los derrames de petróleo. En las áreas remotas, se requerirán instalaciones para el personal permanente de operación y mantenimiento. Las operaciones de producción limitan los otros usos de la tierra en el área. Habrá ruido y emisiones atmosféricas permanentes, como resultado de la operación de los equipos, la descarga de las aguas de formación tratadas y los derrames de petróleo. Se lleva a cabo contaminación atmosférica a causa de la quema de los gases indeseables, descargas de sulfuro de hidrógeno y la quema de los fosos de desechos de petróleo.

Los accidentes catastróficos potenciales que pueden ocurrir incluyen la liberación incontrolada de petróleo o gas, así como incendios y explosiones en la refinería o la planta de procesamiento de gas.

En la actualidad presentan dos graves problemas: por un lado son recursos finitos, y se prevé el agotamiento de las reservas en plazos más o menos cercanos, en función de los distintos estudios publicados, así como sus altos niveles de contaminación.

Hay quien considera que al paso que vamos, destruiremos el planeta antes de acabarnos los combustibles fósiles. Según la base de reservas de combustibles fósiles y los datos de consumo de la CIA, nos quedaremos sin combustibles fósiles aproximadamente en el 2088.¹ Y mientras algunos estudios llegan a aseverar que la preocupación de quedarnos sin combustibles fósiles es inverosímil, la perforación en el suelo para acceder a las fuentes de combustibles no convencionales será lo que destruya probablemente al planeta y la atmósfera; debido a un aumento en los subproductos consecuencia de la intensificación en la perforación. El ejemplo más claro son los terremotos causados por la fracturación hidráulica o "fracking".

La combustión de carbón, petróleo y gas produce dióxido de carbono y óxido nitroso es una de las principales causas de cambio climático. El CO_2 es un GEI responsable del 63% del calentamiento global causado por el hombre.

Ante esta situación se plantea el uso de fuentes de energía alternativas para sustituir a las tradicionales. No obstante, no existe consenso respecto a qué tecnologías están englobadas en este concepto, y la definición de energía alternativa difiere según los distintos autores: en las definiciones más restrictivas, energía alternativa sería equivalente al concepto de energía renovable o energía verde, mientras que las definiciones más amplias consideran energías alternativas a todas las fuentes de energía que no implican la quema de combustibles fósiles. En estas últimas, además de las renovables, están incluidas la energía nuclear o incluso la hidroeléctrica.

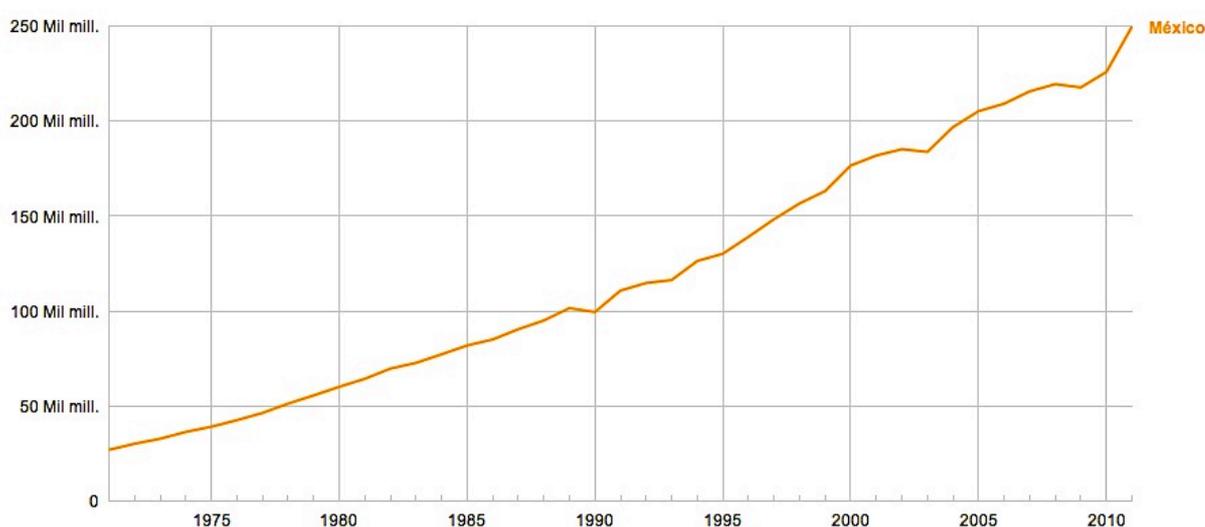
Las energías alternativas se dividen en dos grandes grupos:

1. Fuentes de energía renovables
2. Energía nuclear

¹ <https://www.ecotricity.co.uk/our-green-energy/energy-independence/the-end-of-fossil-fuels> Consultado

No todos coinciden en clasificar la energía nuclear dentro de las energías alternativas, pues al igual que los combustibles fósiles, se trata de un recurso finito. Además presenta problemas medioambientales importantes, como la gestión de los residuos radiactivos o la posibilidad de un accidente nuclear. Sin embargo, la reducida emisión de CO_2 , de esta tecnología, hacen de la energía nuclear una alternativa sujeta a fuerte polémica.

Gráfica 3.1: Consumo de energía eléctrica en México, kWh, 1970-2012.

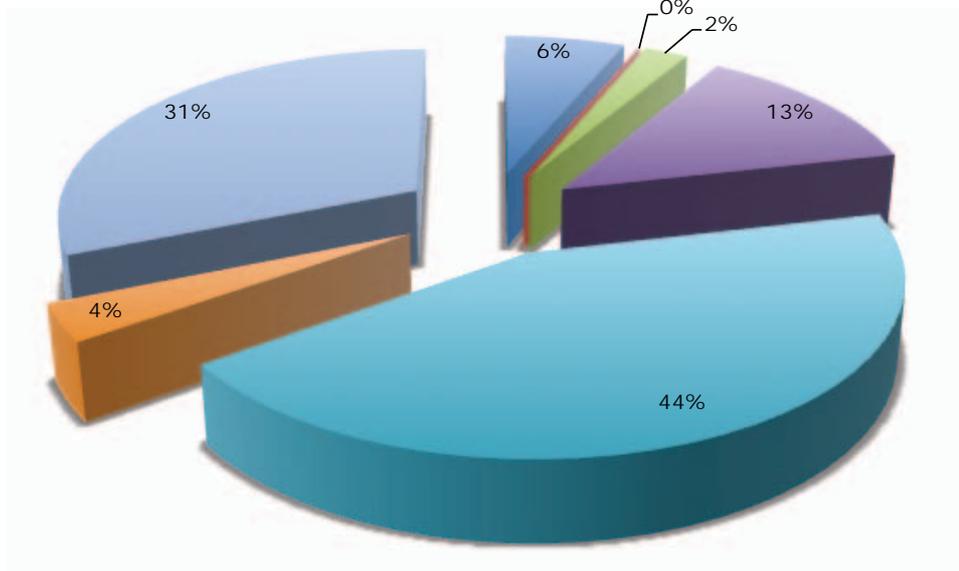


Fuente: Elaborado en Google Public Data con datos del Banco Mundial

En nuestro país se tiene el objetivo de la transición energética, pero de la cual no se brinda información concreta de que se está haciendo ni que se puede hacer para alcanzar dicha meta. Como se observa en la gráfica anterior el consumo de energía eléctrica en nuestro país va en aumento, por lo que es de suma importancia conocer las acciones del gobierno para que esta energía deje de ser generada mediante combustibles fósiles.

Gráfica 3.2: Generación de energía eléctrica en México, 2011

■ Carbón ■ Eólica ■ Geotermia ■ Hidráulica ■ Hidrocarburos ■ Nuclear ■ Productores independientes



Fuente: Ramos-Gutiérrez y Montenegro-Fragoso, *La generación de energía eléctrica en México*.

Se puede observar cómo México es dependiente de la utilización de recursos no renovables para abastecer la demanda de energía eléctrica en el país, situación que lo coloca lejos de una tendencia sustentable en el sector eléctrico. Por lo tanto, se debe dar prioridad a la mayor diversificación en la manera de generar energía eléctrica y tratar de tener mayor control en el manejo del recurso en el sector industrial, ya que este es el mayor consumidor de ésta.

Las energías renovables han constituido una parte importante de la energía utilizada por los humanos desde tiempos remotos, especialmente la solar, la eólica y la hidráulica. La navegación a vela, los molinos de viento o de agua y las disposiciones constructivas de los edificios para aprovechar la del sol, son buenos ejemplos de ello.

Con el invento de la máquina de vapor por James Watt, se van abandonando estas formas de aprovechamiento, por considerarse inestables. Se comienzan a utilizar cada vez más los motores térmicos y eléctricos, en una época en que el todavía relativamente escaso consumo, no hacía prever

un agotamiento de las fuentes, ni otros problemas ambientales que más tarde se presentaron.

Hacia la década de 1970 las energías renovables se empezaron a considerar como una alternativa a las energías tradicionales, tanto por su disponibilidad presente y futura garantizada, como por su menor impacto ambiental en el caso de las energías limpias, y por esta razón fueron llamadas energías alternativas.

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.² Entre las energías renovables se cuentan la eólica, geotérmica, hidroeléctrica, maremotriz, solar, undimotriz, la biomasa y los biocombustibles.

Un concepto similar, pero no idéntico es del de la energía alternativa o fuente de energía alternativa. Esta es aquélla que puede suplir a las energías o fuentes energéticas actuales, ya sea por su menor efecto contaminante, o fundamentalmente por su posibilidad de renovación.³ Según esta definición, algunos autores incluyen la energía nuclear dentro de las energías alternativas, ya que generan muy pocos GEI.

Un modelo económico como el actual, cuyo funcionamiento depende de un continuo crecimiento, exige también una demanda igualmente creciente de energía. La discusión energía alternativa contra convencional no es sólo una clasificación de las fuentes de energía, sino que representa un cambio que se tendrá que producir lo más pronto posible.

Es importante señalar que las energías alternativas, aun siendo renovables, también son finitas, y como cualquier otro recurso natural tendrán un límite máximo de explotación. Por lo tanto, incluso aunque hagamos la transición a estas nuevas energías de forma gradual, tampoco van a permitir continuar con el modelo económico actual basado en el crecimiento perpetuo.

Las fuentes renovables de energía pueden dividirse en dos categorías: no contaminantes o limpias y contaminantes. Las no contaminantes son las siguientes: a) energía azul; b) energía eólica; c) energía geotérmica; d)

² https://www.sciencedaily.com/terms/renewable_energy.htm Consultado el 17 de enero de 2017.

³ <http://www.universetoday.com/74599/what-is-alternative-energy/> Consultado el 12 de enero de 2017.

energía hidráulica o hidroeléctrica; e) energía mareomotriz; f) energía solar y; g) energía undimotriz.

Mientras que las energías contaminantes se obtienen a partir de la materia orgánica o biomasa. Se pueden utilizar directamente como combustible (madera u otra materia vegetal sólida), ya sea convertida en bioetanol o biogás mediante procesos de fermentación orgánica, o en biodiésel, mediante reacciones de transesterificación⁴ de los residuos urbanos.

Las energías de fuentes renovables contaminantes tienen el mismo problema que la energía producida por combustibles fósiles. En la combustión emiten CO_2 , y a menudo son aún más contaminantes puesto que la combustión no es tan limpia, ya que emiten hollines y otras partículas sólidas. Se encuadran dentro de las energías renovables porque mientras puedan cultivarse los vegetales que las producen, estas no se agotarán. Además se consideran más limpias que sus equivalentes fósiles, porque teóricamente el CO_2 emitido en la combustión ha sido previamente absorbido al transformarse en materia orgánica mediante fotosíntesis. En realidad no es equivalente la cantidad absorbida previamente con la emitida en la combustión, porque en los procesos de siembra, recolección, tratamiento y transformación, también se consume energía, con sus correspondientes emisiones.

Así mismo se puede obtener energía a partir de los residuos sólidos urbanos y de los lodos de las centrales depuradoras y potabilizadoras de agua. Esta energía es contaminante, pero también lo es en gran medida si no se aprovecha, pues los procesos de pudrición de la materia orgánica se realizan con emisión de gas natural y de CO_2 .

Existe cierta polémica sobre la inclusión de la incineración (dentro de la energía de la biomasa) y de la energía hidráulica a gran escala como energías limpias, por los impactos medioambientales negativos que producen, aunque se trate de energías renovables.

⁴ La transesterificación es el proceso de intercambiar el grupo alcoxi de un alcohol. Estas reacciones son frecuentemente catalizadas mediante la adición de un ácido o una base. La transesterificación es usada para producir biodiésel (a partir de los aceites vegetales o grasas animales) y poliéster.

El estatus de energía nuclear como energía no contaminante es objeto de debate. Aunque presenta una de las más bajas tasas de emisiones de CO_2 , genera desechos nucleares cuya eliminación no está aún resuelta. Según la definición actual de desecho, esta no se trata de una energía limpia.

Aunque las ventajas de este tipo de energías son notorias, también lo son sus desventajas. Por un lado, colectivos ecologistas como *Greenpeace*, han alzado la voz sobre el impacto ambiental que éstas pueden llegar a causar en el medio ambiente y también sobre como sería explotada en el sistema económico actual.

3.1 Fuentes renovables de energía no contaminantes

a) Energía Azul

Se refiere a la energía obtenida por la diferencia en la concentración de sal entre el agua de mar y el agua de río. El proceso consisten en la permeación⁵ de agua con baja salinidad a otra con mucha salinidad bajo grandes presiones. Mientras mayor sea la diferencia salina entre ambas soluciones, se podrá obtener una presión mayor generando aún más energía. Esto ocurre si la mezcla puede hacerse controlando la presión en el lado del agua salada. El proceso se denomina presión osmótica retrasada (PRO) y es un proceso técnicamente viable.⁶

En el 2009, en Noruega se convirtió en el primer país en alojar un prototipo de planta para la producción de energía azul, creada por la compañía Statkraft,⁷ el cual sirvió más como un piloto de lo que podría ser el futuro de las energías renovables. El objetivo principal es averiguar la capacidad real de este método de obtención de energía en una pequeña escala.

⁵ Es un proceso por el cual un producto químico se mueve a través del material de un guante de protección a escala molecular. La permeación implica: absorción de moléculas del producto químico en la superficie externa del material; difusión de las moléculas absorbidas en el material; y desorción de las moléculas por la superficie interna del material.

⁶ <http://diarioecologia.com/la-energia-azul-fuente-de-energia-renovable-basada-en-la-diferencia-de-salinidad-entre-el-agua-de-mar-y-el-agua-de-rio/> Consultado el 12 de enero de 2017.

⁷ <http://www.statkraft.com/energy-sources/osmotic-power/prototype/> Consultado el 12 de enero de 2017.

La empresa calcula que el potencial global de la energía osmótica es de 1,600 a 1,700 TWh al año, lo que equivale al consumo total de electricidad de China en el 2002.⁸

Por otro lado, en 2014 Holanda se convirtió en el primer país en inaugurar una planta de energía azul. Los especialistas a cargo de esta planta estiman que para el 2020, este tipo de tecnología podría comercializarse lo suficiente para significar una fuente de energía viable.⁹

A parte de ser una fuente de energía no contaminante, tiene como beneficio el funcionar las 24 horas del día, a diferencia de la solar y la eólica, que requieren de ciertas condiciones.

b) Energía eólica

Se refiere a la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire. La energía del viento está relacionada con el movimiento de las masas de aire que se desplazan de áreas de alta presión atmosférica hacia áreas adyacentes de baja presión, con velocidades proporcionales al gradiente de presión.

Los vientos son generados a causa del calentamiento no uniforme de la superficie terrestre por parte de la radiación solar, entre el 1 y 2 % de la energía proveniente del sol se convierte en viento. De día, las masas de aire sobre los océanos, los mares y los lagos se mantienen frías con relación a las áreas vecinas situadas sobre las masas continentales.

Los continentes absorben una menor cantidad de luz solar, por lo tanto el aire que se encuentra sobre la tierra se expande, y se hace por lo tanto más liviana y se eleva. El aire más frío y más pesado que proviene de los mares, océanos y grandes lagos se pone en movimiento para ocupar el lugar dejado por el aire caliente.

Para poder aprovechar la energía eólica es importante conocer las variaciones diurnas y nocturnas, así como las variaciones estacionales de los vientos, la variación de la velocidad del viento con la altura sobre el suelo, la entidad de las ráfagas en espacios de tiempo breves, y valores máximos

⁸ http://www.bbc.com/mundo/ciencia_tecnologia/2009/11/091124_energia_osmotica_men Consultado el 12 de enero de 2017.

⁹ <http://ecoinventos.com/energia-azul/> Consultado el 12 de enero de 2017.

ocurridos en series históricas de datos con una duración mínima de 20 años. Es también importante conocer la velocidad máxima del viento.

La energía del viento es utilizada mediante el uso de máquinas eólicas o aeromotores capaces de transformar la energía eólica en energía mecánica de rotación utilizable, ya sea para accionar directamente máquinas o para la producción de energía eléctrica. En este último caso, el sistema de conversión es conocido como aerogenerador.

En la actualidad, la energía eólica es utilizada principalmente para producir energía eléctrica mediante aerogeneradores. A finales de 2011, la capacidad mundial de los generadores eólicos fue de 282.5 GW.¹⁰ En 2012 la energía eólica generó más del 3% del consumo de electricidad mundial.¹¹

A finales del 2012 el número de países con más de 1,000 MW de capacidad instalada había aumentado a 24:¹² 16 de ellos en Europa (Alemania, España, Gran Bretaña, Italia, Francia, Portugal, Dinamarca, Suecia, Polonia, Países Bajos, Turquía, Rumania, Grecia, Irlanda, Bélgica y Austria), 4 en Asia y el Pacífico (China, India, Japón y Australia), 3 en América del Norte (Canadá, México, Estados Unidos de América) y 1 en Sudamérica (Brasil).

La energía eólica es un recurso abundante, renovable, limpio y ayuda a disminuir las emisiones de GEI al reemplazar termoeléctricas a base de combustibles fósiles, su principal inconveniente es la intermitencia del viento.

México aumento a más del doble su capacidad instalada en 2012, mediante la adición de 801 MW de capacidad para un total de 1.370 MW. Con esto paso a unirse a la lista de países, con más de 1.000 MW de capacidad de energía eólica.¹³

En la Estrategia Nacional de Energía del nuevo Gobierno para 2013-2027, el objetivo para la energía eólica se fija en 20 GW, e identifica un potencial de más de 50 GW. Sin embargo, la Asociación Mexicana de

¹⁰ <http://www.gwec.net/publications/global-wind-report-2/global-wind-report-2012/> Consultado el 25 de abril de 2015.

¹¹ http://www.wwindea.org/webimages/WorldWindEnergyReport2012_final.pdf Consultado el 18 de marzo de 2015.

¹² http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/Wind_in_power_annual_statistics_2012.pdf Consultado el 18 de marzo de 2015.

¹³ http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/Wind_in_power_annual_statistics_2012.pdf Consultado el 18 de marzo de 2015.

Energía Eólica (AMDEE) establece un objetivo más conservador de 12 GW en 2020.¹⁴

Aunque la mayoría de las nuevas instalaciones eólicas en 2012 se concentran en la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, ya hay planes para aprovechar el enorme potencial en otros estados del norte y centro del país, cerca de las principales zonas urbanas y centros de carga industrial. Esto se debe a los recientes avances tecnológicos resultantes de turbinas más eficientes y confiables con alturas de buje superior y rotores más grandes que pueden producir altos factores de capacidad, a menudo por encima de 40%, incluso en zonas no bendecidas con los enormes recursos eólicos de Oaxaca.

Sin embargo, no hay expectativas importantes para un cambio en el sistema de apoyo a las energías renovables en México, con el cambio de gobierno.

El sector privado puede participar en el negocio de la electricidad a través de la autogeneración de entidades o personas particulares, a través de la generación de los productores independientes de energía (IPP), o para la exportación a otros países. Actualmente, el 85% de la capacidad eólica en México se desarrolla bajo el esquema de auto-generación,¹⁵ donde los consumidores de energía producen electricidad para su propio uso, que se entrega al punto de interconexión de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), para luego ser trasladado a los consumidores. El saldo de la generación actual es propiedad de la CFE.

En los próximos años, se espera que este balance se reduzca para la auto-generación, con el resto reservado a los productores independientes de energía y CFE. Bajo el modelo de autoabastecimiento, un desarrollador y un grupo independiente generan una empresa de generación que suministra las necesidades anuales de electricidad del grupo independiente. Esto debido a que la venta directa de la electricidad de los generadores privados a clientes particulares en un mercado al contado no está permitido en México.

¹⁴ <http://www.amdee.org/Publicaciones/AMDEE-PwC-EI-potencial-eolico-mexicano.pdf> Consultado el 18 de marzo de 2015.

¹⁵ http://www.amdee.org/_literature_49061/Elementos_para_la_Promoci%C3%B3n_de_la_Energ%C3%ADa_E%C3%B3lica_en_M%C3%A9xico Consultado el 18 de marzo de 2015.

Algunos incentivos importantes para proyectos privados en el marco del esquema de autoabastecimiento de energía renovable en México son: 100% de depreciación en el primer año de funcionamiento, un banco de energía virtual, permitiendo a los productores generar el máximo posible cuando el viento está disponible, y si no se consume inmediatamente por el grupo independiente la electricidad puede ser virtualmente almacenada hasta 12 meses, y una reducción del cargo preferencial.

Una serie de cambios regulatorios recientes han reforzado el marco normativo para las energías renovables en México. Esto ha creado un ambiente de negocios más favorable y propicio, además ha estimulado el crecimiento en el sector de generación eléctrica privada.

En 2012, México llegó al margen de 1 GW de capacidad de energía eólica. Surgieron 5 parques eólicos con 509 MW de capacidad bajo la IPP para CFE en el estado de Oaxaca. Es importante destacar que, además del parque eólico de 10 MW de viento existente en Baja California, un proyecto de 29 MW en el estado de Chiapas fue finalizado y comenzó la construcción de parques eólicos en Nuevo León y Jalisco, que muestra que el desarrollo eólico en México ya no es exclusivo de la región de Oaxaca.

El mercado de la energía eólica mexicana ha estado dominada por cuatro principales fabricantes de turbinas: Acciona (40.5%), Gamesa (39.1%), Vestas (9.6%) y Clipper (10.8%).¹⁶ Sin embargo, GE ha finalizado su primer proyecto de energía eólica en el norte de México y Siemens tiene un proyecto en construcción, a las que se agregan otras importantes empresas que recientemente están siendo activas en el mercado mexicano.

La AMDEE ha fijado un objetivo de 12 GW de capacidad eólica en 2020, lo que representaría el 15% de la capacidad de generación total de energía en el país.¹⁷

Los proyectos actuales en etapas avanzadas de desarrollo significan que a finales de 2015 la industria eólica mexicana tendrá instalada una nueva capacidad de 3.500 MW.¹⁸

¹⁶ <http://www.amdee.org/Publicaciones/AMDEE-PwC-EI-potencial-eolico-mexicano.pdf> Consultado el 18 de marzo de 2015.

¹⁷ <http://www.amdee.org/Publicaciones/AMDEE-PwC-EI-potencial-eolico-mexicano.pdf> Consultado el 18 de marzo de 2015.

¹⁸ Idem.

c) Energía geotérmica

Se refiere a aquella energía que puede obtenerse mediante el aprovechamiento del calor del interior de la Tierra. El término geotérmico viene del griego geo (Tierra), y thermos (calor); literalmente calor de la Tierra. El calor interno calienta hasta las capas de agua más profundas, al ascender, el agua caliente o el vapor producen manifestaciones, como los géiseres o las fuentes termales, utilizadas para calefacción desde la época de los romanos.

Hoy en día, los progresos en los métodos de perforación y bombeo permiten explotar la energía geotérmica en numerosos lugares del mundo. La Tierra posee una importante actividad geológica. Esta es la responsable de la topografía actual de nuestro mundo, desde la configuración de tierras altas y bajas (continentes y lechos de océanos) hasta la formación de montañas. Las manifestaciones más instantáneas de esta actividad son el vulcanismo y los fenómenos sísmicos.

En áreas de aguas termales muy calientes a poca profundidad, se aprovecha el calor desprendido por el interior de la tierra. El agua caliente o el vapor pueden fluir naturalmente, por bombeo o por impulsos de flujos de agua y de vapor. Los recursos de magma (rocas fundidas) ofrecen energía geotérmica de altísima temperatura, pero con la tecnología existente no se pueden aprovechar económicamente esas fuentes.

En la mayoría de los casos la explotación debe hacerse con dos pozos (o un número par de pozos), de modo que por uno se obtiene el agua caliente y por otro se vuelve a inyectar en el acuífero, tras haber enfriado el caudal obtenido. Las ventajas de este sistema son múltiples: a) existen menos probabilidades de agotar el yacimiento térmico, puesto que el agua reinyectada contiene todavía una importante cantidad de energía térmica; b) tampoco se agota el agua del yacimiento, puesto que la cantidad total se mantiene; y c) las posibles sales o emisiones de gases disueltos en el agua no se manifiestan al circular en circuito cerrado por las conducciones, lo que evita contaminaciones.

La energía geotérmica se utiliza para la generación eléctrica, el aprovechamiento directo del calor (calefacción y ACS), y para refrigeración por absorción y bomba de frío geotérmica.

Las ventajas de su uso son las siguientes: a) es una fuente que evitaría la dependencia energética de los combustibles fósiles y de otros recursos no renovables; b) los residuos que produce son mínimos y ocasionan menor impacto ambiental que los originados por el petróleo y el carbón;¹⁹ c) sistema de gran ahorro, tanto económico como energético; d) no genera ruidos exteriores; e) los recursos geotérmicos son prácticamente inagotables a escala humana.²⁰

Mientras que sus desventajas son las siguientes: a) en ciertos casos la emisión de ácido sulfhídrico, que en grandes cantidades no se percibe y es letal; b) contaminación de aguas próximas con sustancias como arsénico y amoníaco; c) contaminación térmica; d) deterioro del paisaje; e) no se puede transportar (como energía primaria); f) sólo puede ser utilizada en zonas específicas, salvo la que se emplea en la bomba de climatización geotérmica, que se puede utilizar en cualquier lugar de la Tierra.

La energía geotérmica es más competitiva que aquella generada con hidrocarburos, sobre todo en países como Islandia, Nueva Zelanda e Italia.²¹

México está entre los cinco primeros productores de energía geotérmica y con la presentación de la ley en la materia que incluye la reforma energética se multiplicará ese aprovechamiento.²²

Existen cuatro campos geotérmicos en México, con un total de producción de 958 MW.²³ Estos se encuentran en el Valle de Mexicali, Baja California, opera la planta de Cerro Prieto, Los Azufres en Michoacán, Las Tres Vírgenes en Baja California Sur y Los Humeros en Puebla.

La Comisión Reguladora de Energía emitió en 2014 los 2 primeros permisos para la generación de energía geotermoeléctrica, cuyos proyectos

¹⁹ <http://erenovable.com/ventajas-e-inconvenientes-de-la-energia-geotermica/> Consultado el 18 de enero de 2017.

²⁰ http://www.energia.gr/geofar/page.asp?p_id=12&lng=4 Consultado el 18 de enero de 2017.

²¹ <http://eruportal.com/importancia-de-la-energia-geotermica/> Consultado el 18 de enero de 2017.

²² <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/mexico-entre-los-cinco-principales-productores-de-energia-geotermica.html> Consultado el 18 de enero de 2017.

²³ <http://www.forbes.com.mx/capital-privado-y-energia-geotermica/#gs.OP8s02c> Consultado el 18 de enero de 2017.

se ubican en Nayarit.²⁴ Uno de ellos corresponde a la empresa Mexxus Drilling International, la cual se asoció con la islandesa Reykjavik Geothermal para conformar Mexxus RG, y el otro fue para Grupo Dragón, empresa 100% mexicana.

d) Energía hidráulica

Se refiere a aquella que se obtiene del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente del agua, saltos de agua o mareas. Es un tipo de energía limpia cuando su impacto ambiental es mínimo y usa la fuerza hídrica sin represarla, en caso contrario es considerada sólo una forma de energía renovable.

Se puede transformar a muy diferentes escalas, existen desde hace siglos pequeñas explotaciones en las que la corriente de un río mueve un rotor de palas y genera un movimiento aplicado, por ejemplo, en molinos rurales. Sin embargo, la utilización más significativa la constituyen las centrales hidroeléctricas de presas, aunque estas últimas no son consideradas formas de energía limpia por el alto impacto ambiental que producen.

Cuando el Sol calienta la Tierra, además de generar corrientes de aire, hace que el agua del mar se evapore y ascienda por el aire y se mueva hacia las regiones montañosas, para luego caer en forma de lluvia. Esta agua se puede recolectar y retener mediante presas. Parte del agua almacenada se deja salir para que se mueva los álabes de una turbina engranada con un generador de energía eléctrica.

Dichas características hacen que sea significativa en regiones donde existe una combinación adecuada de lluvias, desniveles geológicos y orografía favorable para la construcción de represas. La energía hidráulica se obtiene a partir de la energía potencial y cinética contenida en las masas de agua que transportan los ríos, provenientes de la lluvia y del deshielo. El agua en su caída entre dos niveles del cauce se hace pasar por una turbina hidráulica la cual trasmite la energía a un alternador el cual la convierte en energía eléctrica.

²⁴ <http://www.vertigopolitico.com/articulo/37081/2016-ano-de-la-energia-geotermica-en-Mexico>
Consultado el 18 de enero de 2017.

La gran ventaja de la energía hidráulica es la eliminación parcial de los costos de combustible. Las plantas hidráulicas también tienden a tener vidas económicas más largas que las plantas eléctricas que utilizan combustibles.²⁵ Los costos de operación son bajos porque las plantas están automatizadas y tienen pocas personas durante su operación normal.

Como las plantas hidráulicas no queman combustibles, no producen directamente CO_2 . Solo una pequeña cantidad de este es producido durante el período de construcción de las plantas.

Los proyectos de las represas grandes causan cambios ambientales irreversibles en una área geográfica grande, los impactos mayores provienen del envase del agua, la inundación de la tierra para formar el reservorio y la alteración del caudal del agua más abajo. Estos efectos tienen impactos directos para los suelos, la vegetación, la fauna y las tierras silvestres, la pesca, el clima, y para las poblaciones humanas del área.

Los efectos indirectos de la represa, los cuales a veces pueden ser peores que los directos, se relacionan con la construcción, mantenimiento y funcionamiento de la misma y el desarrollo de las actividades agrícolas, industriales o municipales, fomentadas por la represa.

Recientemente se está considerando el efecto beneficioso que pudiera tener el almacenamiento de agua en la tierra para compensar el crecimiento del nivel del mar, almacenando en forma líquida el agua que ahora permanece en tierra en forma de hielo en glaciares y nieves perpetuas de las montañas altas, que ahora se está derritiendo debido al calentamiento global. Los beneficios ambientales en las zonas costeras bien podrían compensar los problemas que pudieran producir en las tierras del interior.

Sin embargo, al represar un río y crear una laguna, se cambia profundamente la hidrología y limnología²⁶ del sistema fluvial. Se producen cambios dramáticos en el flujo, la calidad, cantidad y uso del agua, los organismos bióticos y la sedimentación de la cuenca del río.

Si el terreno inundado tiene muchos árboles y no se limpia adecuadamente antes de inundarlo, la descomposición de esta vegetación

²⁵ <http://erenovable.com/energia-hidraulica-ventajas/> Consultado el 18 de enero de 2017.

²⁶ La limnología es la rama de la ecología que estudia los ecosistemas acuáticos continentales (lagos, lagunas, ríos, charcas, marismas y estuarios), las interacciones entre los organismos acuáticos y su ambiente, que determinan su distribución y abundancia en dichos ecosistemas.

agotará los niveles de oxígeno en el agua. Esto afecta la vida acuática, y puede causar grandes pérdidas de pescado. Los productos de la descomposición anaeróbica incluyen el sulfuro de hidrógeno, que es nocivo para los organismos acuáticos y corroe las turbinas de la represa, y el metano, que es un GEI.

Los efectos de los cambios en la hidrología de la cuenca del río, incluyen variaciones en el nivel freático, aguas arriba y abajo del reservorio, y problemas de salinización, lo cuales tienen impactos ambientales directos y afectan a los usuarios aguas abajo.

Por lo general, la gente de ciudad, los intereses agrícolas y las personas que viven lejos, disfrutan de los beneficios de las represas. Sin embargo, los que soportan la mayor parte de los costos ambientales y sociales, son los habitantes del área inundada por el reservorios, y los que viven en los terrenos aluviales. En algunos proyectos, al llenar el reservorio, se produce el desplazamiento involuntario de cientos de miles de personas, requiriendo un reajuste social profundo. Para las personas que permanecen en la cuenca del río, a menudo se restringe el acceso al agua, la tierra y los recursos bióticos.

El mayor impacto para la fauna se originará en la pérdida de hábitat, que ocurre al llenar el reservorio y producirse los cambios en el uso del terreno de la cuenca. Pueden afectar los modelos de migración de la fauna, debido al reservorio y el desarrollo que se relaciona con éste. La caza ilegal y la erradicación de las especies consideradas como plagas agrícolas, clandestina actividad relacionada con el mismo, tienen un efecto más selectivo. La fauna y las aves acuáticas, los reptiles y los anfibios pueden prosperar gracias al reservorio.

México cuenta con 64 centrales hidroeléctricas. Veinte de ellas son de gran importancia y las 44 restantes son centrales pequeñas; 57 son plantas hidroeléctricas que producen energía eléctrica y siete se encuentran fuera de operación. En total se tienen 181 unidades generadoras de este tipo. Nuestro país representa aproximadamente el 1% del aprovechamiento de energía hidroeléctrica a nivel mundial, lo que es 159 TWh anuales.²⁷

²⁷ <http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v3n2/v3n2a7.pdf> Consultado el 18 de enero de 2017.

e) Energía mareomotriz

La energía mareomotriz es la que se obtiene aprovechando las mareas, mediante su empalme a un alternador se puede utilizar el sistema para la generación de electricidad, transformando así la energía mareomotriz en energía eléctrica, una forma energética más segura y aprovechable.

La energía mareomotriz es un tipo de energía renovable, en tanto que la fuente de energía primaria no se agota por su explotación, y es limpia ya que en la transformación energética no se producen contaminantes gaseosos, líquidos o sólidos. Sin embargo, la relación entre la cantidad de energía que se puede obtener con los medios actuales y el coste económico y ambiental de instalar los dispositivos para su proceso han impedido una penetración notable de este tipo de energía.²⁸

México, por su límite con el océano pacífico tiene un gran potencial para desarrollar energía mareomotriz. La empresa finlandesa AW-Energy WaveRoller negocia actualmente con el gobierno federal y local para desarrollar un proyecto piloto de energía por olas del mar en Baja California.²⁹

f) Energía solar

La energía solar es la energía obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol.

La radiación solar que alcanza la Tierra ha sido aprovechada por el ser humano desde la antigüedad, mediante diferentes tecnologías que han ido evolucionando con el tiempo desde su concepción. En la actualidad, el calor y la luz del Sol puede aprovecharse por medio de captadores como células fotovoltaicas, heliostatos o colectores térmicos, que pueden transformarla en energía eléctrica o térmica.

Las diferentes tecnologías solares se clasifican en pasivas o activas en función de la forma en que capturan, convierten y distribuyen la energía solar. Las tecnologías activas incluyen el uso de paneles fotovoltaicos y colectores térmicos para recolectar la energía. Entre las técnicas pasivas, se encuentran

²⁸ <http://www.energiasrenovablesinfo.com/oceanica/energia-mareomotriz-ventajas-inconvenientes/> Consultado el 19 de enero de 2017.

²⁹ <http://archivo.eluniversal.com.mx/nacion-mexico/2015/pretenden-aprovechar-energia-de-olas-de-mar-1103232.html> Consultado el 19 de enero de 2017.

diferentes técnicas enmarcadas en la arquitectura bioclimática: la orientación de los edificios al Sol, la selección de materiales con una masa térmica favorable o que tengan propiedades para la dispersión de luz, así como el diseño de espacios mediante ventilación natural.

En 2011, la Agencia Internacional de la Energía se expresó que el desarrollo de tecnologías solares limpias, baratas e inagotables supondrá un enorme beneficio a largo plazo. Aumentará la seguridad energética de los países mediante el uso de una fuente de energía local, inagotable y, aun más importante no se dependerá importaciones, reducirá la contaminación, disminuirá los costes de la mitigación del cambio climático, y evitará la subida excesiva de los precios de los combustibles fósiles.³⁰

La fuente de energía solar más desarrollada en la actualidad es la energía solar fotovoltaica. Según informes de la organización ecologista Greenpeace, la energía solar fotovoltaica podría suministrar electricidad a dos tercios de la población mundial en 2030.³¹

Actualmente, y gracias a los avances tecnológicos, la sofisticación y la economía de escala, el coste de la energía solar fotovoltaica se ha reducido de forma constante desde que se fabricaron las primeras células solares comerciales,³² aumentando a su vez la eficiencia, y su coste medio de generación eléctrica ya es competitivo con las fuentes de energía convencionales en un creciente número de regiones geográficas, alcanzando la paridad de red.³³ Otras tecnologías solares, como la energía solar termoeléctrica está reduciendo sus costes también de forma considerable.

Según Proméxico, México es uno de los cinco países en el mundo con mayor atractivo para invertir en energía solar, ya que su ubicación geográfica permite el desarrollo de estos proyectos y es el mayor productor de módulos fotovoltaicos en América Latina.³⁴

Además, el país ahora cuenta con una capacidad de fabricación de paneles solares superior a 1 Gigawatt,³⁵ superando por mucho la demanda

³⁰ <http://www.iea.org/Textbase/npsun/solar2011SUM.pdf> Consultado el 17 de agosto de 2016.

³¹ <http://www.greenpeace.org/espana/es/news/2010/November/la-energia-a-solar-puede-dar-ele/> Consultado el 19 de enero de 2017.

³² http://phys.iit.edu/~segre/phys100/science_2009_324_891.pdf Consultado el 8 de agosto de 2016.

³³ <http://www.solarsostenible.org/> Consultado el 18 de enero de 2017.

³⁴ <http://www.forbes.com.mx/se-aproxima-el-boom-de-la-energia-solar/#gs.sXL7qQY> Consultado el 19 de enero de 2017.

³⁵ <http://www.cemaer.org/energia-solar-en-mexico/> Consultado el 19 de enero de 2017.

actual, por lo que ahora muchas compañías están entrando al mercado estadounidense. La energía solar en México está creciendo muy rápido, en el 2015 las instalaciones de paneles solares crecieron un 100% con respecto al 2014.³⁶ Se considera que el sector en México, está a punto de entrar en un crecimiento exponencial, ya que existen varios planes de proyectos solares fotovoltaicos mayores a 1MW.³⁷

g) Energía undimotriz

Se refiere a la energía que permite la obtención de electricidad a partir de la energía mecánica generada por el movimiento de las olas. Esta presenta enormes ventajas frente a otras energías renovables debido a que en ella se presenta una mayor facilidad para predecir condiciones óptimas que permitan la mayor eficiencia en sus procesos. Es más fácil llegar a predecir condiciones óptimas de oleaje, que condiciones óptimas en vientos para obtener energía eólica, ya que su variabilidad es menor.³⁸

Para la obtención de esta se han creado distintas máquinas, como la instalación de turbinas en el fondo del mar unidas a boyas. Las boyas transmiten el movimiento de las olas hasta las turbinas, generando electricidad. Las olas acceden a una cámara de aire, elevando el nivel de agua comprimiendo el aire del interior que será expulsado por una apertura superior, accionando una turbina y así producir energía eléctrica.

Otro sistema, el conocido como Anaconda es un proyecto de Checkmate Seaenergy,³⁹ consiste en la instalación de unas máquinas flotantes que obtienen energía del movimiento de sus distintas partes articuladas.

Según estudios realizados a lo largo de la historia con respecto a esta energía renovable, se sabe que la cantidad de energía que se puede obtener a partir de ella, es proporcional al periodo de oscilación de las olas, al igual que al cuadrado de la amplitud de estas.⁴⁰ Por tal razón se sabe que este tipo

³⁶ http://www.anes.org/cms/balance_energia.php Consultado el 19 de enero de 2017.

³⁷ <http://www.forbes.com.mx/se-aproxima-el-boom-de-la-energia-solar/#gs.sXL7qQY> Consultado el 19 de enero de 2017.

³⁸ <https://www.veoverde.com/2014/08/cientificos-mexicanos-crean-dispositivo-para-obtener-energia-de-las-olas/> Consultado el 19 de enero de 2017.

³⁹ <http://www.checkmateukseaenergy.com/anaconda/> Consultado el 19 de enero de 2017.

⁴⁰ <http://www.incyt.upse.edu.ec/revistas/index.php/rctu/article/download/Art%2014/15> Consultado el 19 de enero de 2017.

de características se hallan en territorios marítimos con profundidades entre 40 y 100 metros.

En México, la empresa Mareomotrices de Energías Renovables comenzó un proyecto de generación de energía undimotriz con una capacidad de 3 MW.⁴¹ Se instalarán 450 boyas flotantes que aprovechan el movimiento de las olas para generar electricidad gracias a la presión hidráulica. La central se ubica frente a las costas de la planta termoeléctrica Presidente Juárez en Rosarito, Baja California, aproximadamente 20 kilómetros al suroeste de Tijuana.

3.2 Fuentes renovables de energía contaminantes

a) Biomasa

La biomasa es materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía. En términos energéticos, se puede utilizar directamente, como es el caso de la leña, o indirectamente en forma de los biocombustibles.

La biomasa podría proporcionar energías sustitutivas a los combustibles fósiles, gracias a agrocombustibles líquidos (como el biodiésel o el bioetanol), gaseosos (gas metano) o sólidos (leña), pero todo depende de que no se incurra en otros consumos de combustibles en los procesos de transformación, y de que la utilidad energética sea la más pertinente frente a otros usos posibles.

Se debe analizar algunas características a la hora de elegir si el combustible obtenido puede considerarse una fuente renovable de energía. En general, el uso de biomasa o de sus derivados puede considerarse neutro en términos de emisiones netas si sólo se emplea en cantidades a lo sumo iguales a la producción neta de biomasa del ecosistema que se explota.⁴²

Si la materia prima empleada procede de residuos, estos combustibles ayudan al reciclaje. Pero siempre hay que considerar si la producción de

⁴¹ <http://energiasrenovadas.com/primera-planta-undimotriz-en-mexico/> Consultado el 19 de enero de 2017.

⁴² <http://www.arquitexs.com/biomasa-fuente-renovable-de-energia/> Consultado el 18 de diciembre de 2016.

combustibles es el mejor uso posible para un residuo concreto. Mientras que si esta procede de cultivos, hay que considerar si éste es el mejor uso posible del suelo frente a otras alternativas. Esta consideración depende sobre manera de las circunstancias concretas de cada territorio. Algunos de estos combustibles, como el bioetanol, no emiten contaminantes sulfurados o nitrogenados, ni apenas partículas sólidas; pero otros sí, como la combustión directa de madera.⁴³

Quizá el mayor problema que pueden generar estos procesos es la utilización de cultivos de vegetales comestibles, o el cambio de cultivo en tierras, hasta ese momento dedicadas a la alimentación, al cultivo de vegetales destinados a producir biocombustibles, pero a costa del desplazamiento de campesinos de sus tierras y todos los problemas que esto conlleva.

Además no existen demasiados lugares idóneos para su aprovechamiento ventajoso. Y al subir los precios se financia la tala de bosques nativos que serán reemplazados por cultivos de productos con destino a biocombustible.

En 2011 se inauguró la Planta de Co-generación de Energía Ingenio Tres Valles, en Veracruz, el proyecto del Grupo Piasa funciona con bagazo de caña. Esta obra disminuirá más de 3.6 millones de toneladas de dióxido de carbono que anualmente se emiten a la atmósfera.⁴⁴ El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología reconoció con el *Premio a la Innovación* la tecnología de esta planta de biomasa.

b) Bioetanol

El bioetanol es un biocombustible que se obtiene a partir de cultivos ricos en azúcares como la caña de azúcar o la remolacha, o de cereales como el maíz, el trigo, la cebada o el centeno, mediante un proceso de fermentación y posterior destilación.

Esta alternativa energética está sujeta a una fuerte polémica. Para unos se perfila como un recurso energético potencialmente sostenible que

⁴³ <http://www.quimica.es/enciclopedia/Biomasa.html> Consultado el 18 de diciembre de 2016.

⁴⁴ <http://expansion.mx/obras/2011/05/17/planta-energia-biomasa-renovable-obras> Consultado el 19 de enero de 2017.

puede ofrecer ventajas medioambientales y económicas a largo plazo en contraposición a los combustibles fósiles.⁴⁵ Mientras que para otros, al igual que la biomasa, es el responsable del acaparamiento de tierras lo que conlleva grandes deforestaciones, al suplantar selvas y terrenos agrícolas para su producción.

El bioetanol tiene las mismas características y composición química que el etanol ya que se trata del mismo compuesto. La diferencia radica en su proceso de producción. El bioetanol debe ser obtenido desde biomasa, no pudiendo obtenerse del petróleo.

Debido al aumento de las medidas tomadas para controlar las emisiones totales de GEI, la utilización de este alcohol como combustible para el transporte por carretera está creciendo muy rápido. Un análisis del ciclo de vida completo de este producto como combustible muestra como las emisiones generadas en el proceso de producción del combustible y las de operación son compensadas por las fijadas en el cultivo durante su crecimiento.⁴⁶

Aún están pendientes estudios claros acerca de las emisiones de este combustible en la operación. Es posible que contaminantes orgánicos como el benceno o algunos aldehídos aumenten, por lo que es necesario estudiar su impacto en la salud humana.⁴⁷

En México, desde que Brasil ha sacado al mercado los automóviles de combustible flexible, algunos inversores privados han planteado la posibilidad de fabricar bioetanol a partir de la caña de azúcar como se hace en dicho país, esto abriendo la posibilidad de suministrar a Pemex, para así comenzar a disminuir la dependencia del petróleo extranjero y la incapacidad de procesar el petróleo extraído.

La idea de introducir biocombustibles al país a base de etanol ha tenido una historia muy controvertida, por un lado encontramos quienes apoyan la medida, pues con esto se reducirían las emisiones de GEI, así como detractores quienes mencionan que para tener ventaja en esto se

⁴⁵ Monbiot, G. (2008). Calor. Cómo parar el calentamiento global. Barcelona, RBA libros,

⁴⁶ <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/123/los-biocombustibles> Consultado el 18 de diciembre de 2016.

⁴⁷ <http://vinculacion.dgire.unam.mx/Memoria-Congreso-2016/trabajos-ciencias-biologicas/medio-ambiente/10.pdf> Consultado el 19 de enero de 2017.

deberían construir plantas que procesen los productos en múltiples alternativas para no sacrificar la producción alimenticia.⁴⁸

Se han planteado más modos de producir bioetanol aparte de la caña de azúcar, otro de ellos implica producirlo a partir de algas, o agave tequilero para poder comenzar a usar los vehículos de combustible flexible ya sean de estándar brasileño o estándar estadounidense.

En el año 2006 se inició la construcción de 3 plantas de bioetanol en el estado de Sinaloa, éstas producirán este mismo como un biocombustible.⁴⁹

En el año 2008 se publicó la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, en la cual restringe el uso del maíz como insumo para la producción de etanol anhidro; posteriormente se publicó su Reglamento y los Lineamientos para el Otorgamiento de Permisos para la Producción, el Almacenamiento, el Transporte y la Comercialización de Bioenergéticos del tipo Etanol Anhidro y Biodiesel.

Las autoridades competentes para regular en materia de bioenergéticos es la Secretaría de Energía, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

En 2010 Brasil eliminó los aranceles de importación que tenía el bioetanol,⁵⁰ para poder cooperar tecnológicamente con México y ayudarlo a producir para el mercado nacional y ambos poder exportar el combustible a los Estados Unidos, así como introducir al país los vehículos de combustible flexible e incentivar su producción en los modelos que se fabriquen en el mismo.

En Veracruz en agosto de 2011 se firmó un convenio con la compañía brasileña Corporativo Odrebecht se anunció la construcción de una planta para fabricar bioetanol, así mismo la implementación de transporte público propulsado con biocombustibles.

⁴⁸ <http://www.imagendelgolfo.com.mx/resumen.php?id=165907> Consultado el 19 de enero de 2017.

⁴⁹ <http://www.quiminet.com/noticias/inicia-construccion-de-tres-plantas-de-etanol-en-sinaloa-mexico-2287270.htm> Consultado el 19 de enero de 2017.

⁵⁰ <http://eleconomista.com.mx/industria-global/2010/05/21/acuerdo-brasil-oportunidad-produccion-etanol> Consultado el 20 de enero de 2017.

c) Biodiesel

El biodiesel es un biocombustible líquido que se obtiene a partir de lípidos naturales como aceites vegetales o grasas animales, con o sin uso previo, mediante procesos industriales de esterificación y transesterificación, y que se aplica en la preparación de sustitutos totales o parciales del petrodiesel o gasóleo obtenido del petróleo.⁵¹

El aceite vegetal, cuyas propiedades para la impulsión de motores se conocen desde la invención del motor diésel gracias a los trabajos de Rudolf Diesel, ya se destinaba a la combustión en motores de ciclo diésel convencionales o adaptados. A principios del siglo XXI, en el contexto de búsqueda de nuevas fuentes de energía, se impulsó su desarrollo para su utilización en automóviles como combustible alternativo a los derivados del petróleo.

El biodiesel descompone el caucho natural, por lo que es necesario sustituir éste por elastómeros⁵² sintéticos en caso de utilizar mezclas de combustible con alto contenido de biodiesel.

El impacto ambiental y las consecuencias sociales de su previsible producción y comercialización masiva, especialmente en los países en vías de desarrollo generan un aumento de la deforestación de bosques nativos, la expansión indiscriminada de la frontera agrícola, el desplazamiento de cultivos alimentarios y para la ganadería, la destrucción del ecosistema y la biodiversidad, y el desplazamiento de los trabajadores rurales.

El Grupo Energéticos, una de las pocas empresas de producción de biocombustibles, dio a conocer que ante la decisión de Pemex de utilizar otro tipo de aditivos importados, terminó por destinar 70 millones de pesos para transformar su planta de biodiesel en una de combustible para flama abierta y otra de asfalto.⁵³

⁵¹ http://www.energiasrenovables.ciemat.es/adjuntos_documentos/Analisis%20de%20Ciclo.%20biodiesel.pdf Consultado el 20 de enero de 2017.

⁵² Un elastómero es aquel tipo de compuesto que tiene características elásticas, es decir conservan una "memoria" que les permite recuperar su forma original, se trata de compuestos amorfos con estructuras principalmente basadas en átomos de carbono, hidrógeno y cuando se cuenta con dobles ligaduras en la cadena estas son susceptibles de ser vulcanizadas para mejorar el desempeño en tensión, elongación y abrasión.

⁵³ <http://eleconomista.com.mx/estados/2011/07/18/fracasa-proyecto-biodiesel> Consultado el 20 de enero de 2017.

3.3 Energía nuclear

La energía nuclear es la energía que se libera al dividir el núcleo de un átomo (fisión nuclear) o al unir dos átomos para convertirse en un átomo individual (fusión nuclear). Cuando se produce alguna de estas reacciones físicas los átomos experimentan una ligera pérdida de masa. Esta masa se convierte en una gran cantidad de energía calorífica como descubrió Albert Einstein con su famosa ecuación $E = mc^2$.

Sin embargo, por lo general, cuando hablamos de energía nuclear nos referimos a generación de energía eléctrica utilizando reacciones nucleares.

La energía nuclear se puede utilizar para sustituir a los combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica. También podría ser utilizada para la propulsión de vehículos a través de las pilas de combustible de hidrógeno, la alimentación de las plantas de desalinización y la generación de radioisótopos para fines médicos. La energía nuclear se puede utilizar para muchos fines. Y según varias investigaciones científicas la necesitamos más que nunca.

Sin embargo, analizar las ventajas y desventajas de utilizar energía nuclear es un ejercicio difícil pero necesario para formarse una opinión sobre la conveniencia o no de apostar por este tipo de energía.

Una de las grandes ventajas del uso de la energía nuclear es la relación entre la cantidad de combustible utilizado y la energía obtenida, lo cual la hace más rentable que los energéticos fósiles. Mejoraría la calidad del aire que respiramos lo que implicaría el descenso de enfermedades y aumento en la calidad de vida. Sobre éste último punto conviene destacar que un factor importante en el cambio climático son las emisiones de GEI provocadas por el transporte por carretera y que las que son resultado de la generación de energía por energía nuclear son relativamente muy pocas.

Actualmente la generación de energía eléctrica se realiza mediante reacciones de fisión nuclear, pero si la fusión nuclear fuera practicable, ofrecería las siguientes ventajas: se obtendría una fuente de combustible inagotable; se evitarían accidentes en el reactor por las reacciones en cadena que se producen en las fisiones; y los residuos generados son mucho menos radiactivos.

El principal inconveniente y lo que la hace más peligrosa es que la seguridad en su uso recae sobre la responsabilidad de las personas. Aunque los sistemas de seguridad son muy avanzados, las reacciones nucleares por fisión generan unas reacciones en cadena que si los sistemas de control fallasen provocarían una explosión radiactiva.

Así mismo, decisiones irresponsables pueden provocar accidentes en las centrales nucleares pero, aún mucho peor, se puede utilizar con fines militares como lo demuestra su primer uso, en el que los Estados Unidos de América atacaron a Japón en la Segunda Guerra Mundial.

A nivel civil, uno de los principales inconvenientes es la generación de residuos nucleares y la dificultad para gestionarlos ya que tardan muchísimos años en perder su radioactividad y peligrosidad.

Si bien económicamente es rentable desde el punto de vista del combustible consumido respecto a la energía obtenida no lo es tanto si se consideran los costes de la construcción y puesta en marcha de una planta nuclear. Además si en los países desarrollados apenas se poseen los recursos económicos para dicha inversión, no se hable de los países en desarrollo. Estos últimos tienen muchos más problemas económicos que resolver como para llevar a cabo ese tipo de inversión. Cabe señalar que la energía nuclear aporta únicamente el 4.5% de la energía primaria comercial mundial.⁵⁴

Por otra parte, la energía nuclear de fusión es inviable debido a la dificultad para calentar el gas a temperaturas tan altas y para mantener un número suficiente de núcleos durante un tiempo suficiente para obtener una energía liberada superior a la necesaria para calentar y retener el gas resulta altamente costoso.

En México en 1990, se puso en marcha el primer reactor nuclear en la Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde, cinco años después se puso en marcha el segundo.

El Programa Sectorial de Energía 2001-2006 señalaba que en una visión de largo plazo en materia energética, no podía dejar de analizarse la conveniencia de contar con un programa nuclear que permitiera diversificar

⁵⁴ <http://www.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Fin-de-la-era-nuclear/> Consultado el 20 de enero de 2017.

las fuentes de energía y reducir las emisiones de GEI. En consecuencia, en 2006, la Secretaría de Energía creó el Comité de Apoyo para la Toma de Decisiones en Materia de Energía Nuclear a fin de que se desarrollara un programa de expansión de la capacidad nucleoelectrónica. En ese mismo periodo, se concursó y adjudicó la repotenciación de las dos unidades de la Central Nucleoelectrónica de Laguna Verde, incrementando su capacidad en 25%.⁵⁵ En 2007 el Programa Sectorial de Energía señaló que la tecnología nuclear era una opción viable, y la Estrategia Nacional de Energía 2012-2027 la señala como una opción a considerarse para la diversificación del parque de generación.

Sin embargo, la Central Nucleoelectrónica de Laguna Verde se ha caracterizado por problemas operacionales, así como esconder información e ignorar el descontento de la población y las organizaciones no gubernamentales que ponen en duda su buen funcionamiento.

Las fallas en Laguna Verde fueron documentadas en el informe elaborado por la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO, por sus siglas en inglés), elaborado a finales de 1999. Las autoridades de Laguna Verde se negaron a difundir este documento, citando que se violaban derecho de autor al publicarlo.

Sin embargo, Greenpeace obtuvo una parte del informe.⁵⁶ En este se establece que en la planta no se reconoce la cultura de la seguridad, que el programa de experiencia en operación no es una barrera efectiva para prevenir eventos, que no existe un programa para identificar los problemas de desempeño humano, que los administradores no tienen un método estandarizado para priorizar su trabajo y resolver las necesidades de la planta, el comportamiento del personal de protección contra incendios fue lento para responder y el personal involucrado no realizó las acciones apropiadas, entre otros aspectos. Se concluye que la seguridad en la nucleoelectrónica había sido es muy mala y representa un riesgo para la seguridad del país.

⁵⁵ http://www.forbes.com.mx/mitos-y-realidades-de-la-energia-nuclear-en-mexico/#gs.c4oJD_8
Consultado el 20 de enero de 2017.

⁵⁶ http://archivo.estepais.com/inicio/historicos/111/13_medioambiente_laguna_greenpace.pdf
Consultado el 20 de enero de 2017.

En el año 2000, el británico John Large, director de la consultora Large and Associates, especializada en estudios sobre seguridad nuclear, realizó un análisis del informe WANO. En él se señala que advierte que la central nucleoelectrica se encuentra al borde de una falla institucional. A su vez explica que la falla institucional causó los accidentes nucleares de Windscale (1957), la Isla de Tres Millas (1979) y Chernobyl (1986).⁵⁷ Al respecto, David Louchbaum, uno de los más destacados especialistas independientes en seguridad nuclear de Estados Unidos, señaló que la central nuclear de Laguna Verde no tiene personal ni los recursos financieros necesarios para alcanzar y mantener los estándares de seguridad adecuados.⁵⁸

En 2002, Greenpeace denunció que los reactores de la central fueron desactivados por una emergencia durante una inspección realizada por integrantes de una comisión investigadora parlamentaria a finales de enero. Además dicho organismo junto con el Grupo Antinuclear de Madres Veracruzanas presentaron 22 documentos internos de Laguna Verde que resaltaban fallas en el funcionamiento de la central nuclear.

Posteriormente, en 2005, el reportero Israel Rodríguez informó en el periódico La Jornada que Laguna Verde contaba con un total de 3,800 problemas pendientes de resolver que van desde la confiabilidad del equipo, recarga de combustible, hasta paros y reducción de potencia no programados, lo que está asociado con 5,200 acciones correctivas.⁵⁹ En ese mismo año se produjo un incendio en el tejado del edificio donde se encuentra uno de los dos reactores, el cual contenía uranio enriquecido.⁶⁰ Las autoridades lo calificaron como un evento no usual, pero que fue controlado sin presentar riesgo a los trabajadores, equipo e instalaciones. Sin embargo, el físico y extrabajador de la planta, Bernardo Salas Mar advirtió que debido al alto contenido de hidrógeno esta situación pudo haber terminado en una emergencia general⁶¹

⁵⁷ <http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2008/5/energ-a-nuclear-falsa-alterna.pdf> Consultado el 20 de enero de 2017.

⁵⁸ <http://www.jornada.unam.mx/2000/04/11/graves.html> Consultado el 20 de enero de 2017.

⁵⁹ <http://www.olca.cl/oca/nuclear/nuclear023.htm> Consultado el 20 de enero de 2017.

⁶⁰ <http://www.jornada.unam.mx/2005/11/21/index.php?section=sociedad&article=052n3soc> Consultado el 20 de enero de 2017.

⁶¹ <http://www.proceso.com.mx/230963/ocultan-informacion-sobre-incendio-en-laguna-verde> Consultado el 20 de enero de 2017.

En 2010 Veracruz ocupa el primer lugar a nivel nacional con incidencia en cáncer infantil,⁶² siendo las poblaciones circunvecinas a Laguna Verde donde se presentó el mayor aumento de diversos tipos de cáncer.⁶³ Ante esta situación, en 2011, mediante una carta, 18 organizaciones ambientalistas y de derechos humanos de varias partes del país, académicos y líderes de opinión, hicieron un llamado al Congreso de la Unión y al gobierno de Veracruz para que reconozcan que existe un problema de salud pública en la zona cercana a Laguna Verde.⁶⁴

Esto se suma a diversos testimonios de ex trabajadores recogidos por diversas organizaciones en donde se indica que la central sufre repetidas interrupciones y que hay fallas en las instalaciones.

Pese a su historial de problemas y aun cuando la planta nuclear sólo genera 3.6% de la electricidad de México,⁶⁵ Laguna Verde sigue funcionando e incluso el gobierno mexicano le otorgó la certificación internacional de calidad ISO 9001.

La energía nuclear no es una alternativa viable de producción energética frente al cambio climático, las desventajas superan a las ventajas, y tanto a nivel local como internacional se debe buscar la cancelación definitiva del programa nuclear.

⁶² <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Noticias/2011/Julio/Investiguen-YA-casos-de-cancer-cercanos-a-Laguna-Verde/> Consultado el 20 de enero de 2017.

⁶³ <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Prensa1/2011/Julio/Exige-Greenpeace-investigacion-a-fondo-sobre-casos-de-cancer-cercanos-a-Laguna-Verde/> Consultado el 20 de enero de 2017.

⁶⁴ <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Noticias/2011/Septiembre/Seguridad-y-salud-cerca-de-Laguna-Verde-cuando/> Consultado el 20 de enero de 2017.

⁶⁵ <http://www.olca.cl/oca/nuclear/nuclear023.htm> Consultado el 20 de enero de 2017.

Conclusiones

No cabe duda de que una dimensión importante de la crisis actual, que se extiende hasta el nivel social, económico, político, y cultural, es la crisis ecológica. Esta crisis se refiere no a las relaciones entre los individuos sociales, como las otras dimensiones de la crisis, sino nuestra interacción, como individuos sociales, con el medio ambiente.

La influencia del ser humano en los sistemas ecológicos, la contaminación generalizada, la amenaza a los recursos renovables, así como el agotamiento de los recursos no renovables y, en general, la rápida degradación del medio ambiente y la calidad de vida han hecho que las consecuencias ecológicas de la actividad humana bajo el sistema capitalista neoliberal sean sumamente evidente en los últimos 30 años.

A lo largo de la historia, la humanidad ha utilizado los recursos brindados por los ecosistemas para satisfacer sus necesidades. Sin embargo, tras la implantación del sistema económico capitalista se ha dejado de un lado la satisfacción de necesidades, dando principal enfoque a la generación de plusvalía, fomentando una sociedad consumista y de acaparamiento. Esta situación ha tenido como consecuencia los grandes extremos de desigualdad de recursos, gran incremento de la pobreza, y devastación ambiental. Se ha cruzado un umbral crítico dado que el consumo humano anual comenzó a superar lo que el planeta puede restablecer.

El sistema impone una temporalidad cada vez más acelerada en su proceso de producción con el fin de la obtención de plusvalía. La racionalidad maximizadora del capital sólo tiene sentido para las maquinas no puede ser aplicada a los organismo ni mucho menos para los ecosistemas. Los recursos naturales del planeta se manejan con una temporalidad amplia en comparación a la requerida para satisfacer los ritmos de producción capitalistas.

El sistema capitalista ha hecho trampa en cuanto a la contabilidad llamando a los impactos ecológicos "externalidades". Por lo tanto, la contaminación del aire y el agua, las toxinas en el medio ambiente, o las especies erradicadas se consideraron no relevantes, provocando que se

ignore por completo la obligación de las empresas de asumir los daños medioambientales que estas ocasionan.

Ahora sabemos que estos impactos ambientales no deben ser considerados como externalidades. Por lo tanto, si las empresas se vieran obligadas a rendir cuentas de los daños que ocasionan al medio ambiente, casi ninguna de sus actividades sería rentable sin disminuir radicalmente las ganancias de los empresarios o aumentar drásticamente los precios para los consumidores.

No es raro que se nos informe de desastres industriales, escapes tóxicos, derrames de petróleo o demás residuos y averías en plantas de energía nuclear, las cuales no sólo afectan al ecosistema sino también provocan defectos de nacimiento u otras enfermedades en los seres humanos. Estos incidentes han sido de una magnitud enorme, y casi todas las empresas en la economía moderna y globalizada está dejando atrás un costo ecológico sin pagar.

Es evidente que la naturaleza capitalista no sólo nos ha llevado a una crisis ambiental sino que la amplifica. La producción económica no sólo debe preocuparse por el agotamiento de los recursos sino también por la resiliencia del ecosistema, así como la contaminación de este. Debido a que la magnitud e intensidad de la expansión económica es superior a la resiliencia de los ecosistemas existe un crecimiento económico en detrimento del ecosistema.

No sólo han disminuido los recursos no renovables y renovables, sino también la capacidad del ecosistema para asimilar los residuos generados por la actividad humana. Al respecto, la magnitud de las emisiones de gases de efecto invernadero ha provocado que los bosques y océanos no las puedan asimilar, generando así el problemas del cambio climático.

Se ha establecido más allá de toda duda que la crisis ecológica y, en particular, el cambio climático, que es la manifestación más importante de esta crisis, empeoran cada día. Por lo tanto, el futuro del clima y la humanidad dependen de las emisiones asociadas al modelo energético que el mundo adopte, así como los cambios que se realicen en el sistema económico. Además los impactos del cambio climático variarán en función del modelo de desarrollo que se elija, debido a que el escenario de emisiones

asociado determinará la magnitud y velocidad del aumento de la temperatura global.

El cambio climático es un fenómeno continuo y de largo plazo, con un elevado nivel de incertidumbre, por lo que se requiere construir escenarios económicos de largo plazo, dejando de un lado afiliaciones políticas. Debido a estas se sigue experimentando en varias partes del mundo una resistencia social y de las instituciones públicas en el reconocimiento del cambio climático. Esto ha generado no sólo un retraso en la aplicación de políticas públicas pertinentes sino también en las instituciones académicas para documentar y explicar los fenómenos actuales en torno de epidemias, plagas, baja productividad del campo, erosión de la costa, entre otros, y su relación con el cambio climático.

Además de la negación del cambio climático, ha surgido la idea de que si se empiezan a tomar medidas drásticas para hacer frente a la crisis medio ambiental se impactará negativamente a la economía mundial. Sin embargo, esta no tiene sentido alguno y muestra la falta de pensamiento a largo plazo en la sociedad. Nosotros los seres humanos no podremos sobrevivir sin la biosfera, sin ecosistemas sanos, diversos y productivos.

Si no tenemos un planeta con las condiciones aptas para nuestra supervivencia, como es que se pretende llevar a cabo actividades económicas. Por el contrario, si se actúa de la forma correcta, no sólo alargaremos la supervivencia de la raza humana en el planeta, sino también se generará riqueza y trabajo, hacer lo correcto nos ayudará a seguir adelante.

Uno de los principales retos que plantean las esferas de poder ante el cambio climático es la falta de alimento debido a la disminución de la producción agrícola. Aunque es verdad que esta disminuirá, el futuro alimentario no es un problema sin solución.

En consecuencia del cambio climático en algunas zonas se perderá superficie cultivable mientras que en otras se observa un aumento de la superficie cultivable pero en detrimento de las áreas de bosques y selvas. Debido a la situación última, hay quien propone que ello podría compensar en cierta medida la pérdida de los rendimientos por cultivos. Es decir, con tal de mantener el mercado agrícola y ganadero a flote se propone no hacer nada

ante la pérdida de biodiversidad, cuando se debería estar dando prioridad a la supervivencia de los ecosistemas.

Al respecto, en cuanto al uso de la tierra se refiere, las actividades que dejan más impactos negativos al ambiente son la agrícola y ganadera. Entonces los ecosistemas que suministran a la biosfera con diversos servicios, necesarios para la supervivencia humana, se están perdiendo para brindar paso a un solo tipo de ecosistema con el único fin de producción de alimentos para los seres humanos, ecosistema el cual no es capaz de realizar por sí sólo todos los demás servicios ambientales. La agricultura moderna depende en gran medida de los hidrocarburos, fertilizantes y pesticidas, los cuales contribuyen al cambio climático, la interrupción del ciclo de nutrientes, y la toxicidad de los ecosistemas, mientras que los suelos se quedan contaminados y agotados.

Entonces para resolver el problema alimentario se debe adoptar un enfoque distinto. No es un secreto que se desperdicia comida alrededor del mundo y es sumamente alarmante la magnitud en la que esta práctica se lleva a cabo. Aproximadamente se desperdicia la mitad de la comida producida a nivel mundial, mientras que existen millones de personas que no tienen suficiente comida para sobrevivir. Entonces el problema no es si se puede continuar con los niveles actuales de producción o no, sino que bajo el sistema capitalista se prefiere tirar el sobrante a distribuirlo a las personas que lo necesitan.

En la actualidad han surgido campañas para disminuir el desperdicio de alimentos mediante la donación de sobrantes alimenticios de los supermercados y restaurantes a personas de escasos recursos. Sin embargo, se debe tomar el ejemplo de Francia, que estas no solo se quedan en campañas sino que se convierta en ley el donar dichos sobrantes.

Uno de los elementos que fomentan el desperdicio de alimentos son las fechas de caducidad de los alimentos. Todos los alimentos empacados incluyen la fecha de caducidad razón por la que, cuando pasa dicha fecha, los consumidores desechan la comida.

Sin embargo, no en todos el mundo existe alguna ley que establezca los estándares para la aplicación de dicha fecha, y en muchas ocasiones,

dicho dato en el empaque no indica que la comida ya no sea apta para el consumo.

La gran mayoría de la sociedad considera que las fechas establecidas en el envase señalan cuándo la comida se echa a perder o no es segura para consumir. El problema radica en que las leyendas utilizadas, tales como “usar hasta”, “mejor hasta” o “vender hasta”, no son claras y en realidad las fechas son en gran medida arbitrarias, ya que no hay una ciencia exacta detrás de la elección de dichas fechas.

Además existe el problema de la dieta seguida por la sociedad. El humano es un organismo omnívoro y lleva consumiendo carne desde el principio de sus días, pero en la actualidad la carne se ha convertido en el principal ingrediente en su dieta en gran parte del mundo, lo cual no sólo, como ya es ampliamente conocido, representa diversos problemas para la salud, sino también, por como se desarrolla la industria ganadera, para el medio ambiente.

El consumo de carne supone enormes gastos de diversos recursos, ya que para alimentar al ganado hay que cultivar un gran número de cereales, que podrían ser en vez utilizados para el consumo humano.

A su vez, entra en juego la agricultura actual con sus fertilizantes, pesticidas y cientos de compuestos tóxicos que dañan de manera irreparable el medio ambiente, así como su enorme gasto de agua. Mientras más granjas industriales, se devastará más al medio ambiente, se utilizará más cantidad de agua, pesticidas, fertilizantes y semillas procedentes de manipulación genética.

Además, como ya se mencionó, el sector ganadero es uno de los principales emisores de gases de efecto invernadero, ya que para transportar, almacenar y conservar la carne, es necesario un gasto muy fuerte de recursos energéticos. que serían mucho más rentables si se utilizasen por ejemplo en el cultivo de otro tipo de alimentos más nutritivos.

Finalmente no se puede ignorar el terrible trato que se les da a los animales en las granjas industriales, estos viven con altos niveles de estrés y sufrimiento, inmovilizados y drogados. Ignorar y permitir dichas practicas no es más que otro síntoma del antropocentrismo del ser humano. No se trata de imponer la dieta vegana a toda la sociedad, sino de disminuir en gran

medida el consumo de productos ganaderos, especialmente carne, así como exigir mejores condiciones de vida para los animales. Con un día a la semana que se deje de consumir carne se evita un importante gasto de agua, la disminución en la emisión de gases de efecto invernadero y la conservación la biodiversidad.

Cabe recalcar que tanto la agricultura, la ganadería y la industria no son solo los principales emisores de gases de efecto invernadero sino también son los principales consumidores de recursos hídricos. El uso del agua de aguas superficiales o subterráneas rara vez se paga, y el agua se agota aún más por el constante aumento en la demanda de productos. Por lo que, ríos, lagos y acuíferos se han agotado en todo el mundo. Por lo que no sólo es necesaria la disminución del sector ganadero, sino también la disminución del sector agrícola industrial.

Ante todos los problemas que aquejan a la sociedad y al medio ambiente, los supuestos beneficios del sistema capitalista no parecen ser más que una ilusión para la mayor parte de la sociedad, y al llamar al daño ambiental una externalidad se dejan de lado principios fundamentales de la contabilidad. Es por ello que se debe retomar el compromiso ético de supervivencia y justicia, para poder conocer dentro de los estudios de población y desarrollo, el valor y el impacto negativo del sistema capitalista.

Así mismo, hay que admitir que la liberación de los mercados nacionales y la eliminación de las barreras arancelarias provoca la pérdida de competitividad de las industrias nacionales de los países en desarrollo, el debilitamiento de los acuerdos con los sindicatos, el acelerado crecimiento de la deuda externa y como consecuencia el aumento de los préstamos financieros que implican no sólo el pago de altas tasas de interés sino también la pérdida de soberanía de las naciones endeudadas.

Afortunadamente, el uso de energías renovables, especialmente la energía solar fotovoltaica y la eólica, se han convertido en la corriente principal en gran parte de los países, lo que en algunos, tales como Alemania, ha tenido como consecuencia la caída drástica de los precios de energía eléctrica. Lo anterior, a pesar de que ha sucedido en un entorno donde los subsidios se inclinan fuertemente a favor de los combustibles

fósiles, lo cual debe cesar inmediatamente, para brindar más apoyos al uso de energías renovables.

Entonces el suministro mundial de energía renovable ya no es ciencia ficción, sino una meta totalmente alcanzable. Sin embargo, aunque se están llevado a cabo grandes avances en la producción de energía solar no se ha podido mitigar la emisión de gases de efecto invernadero, la cual día con día aumenta aceleradamente. Además no se ve una desaceleración en el ritmo del crecimiento de la demanda de energía, por lo que se debe de dejar de utilizar energía eléctrica generada mediante el carbón, petróleo, gas y energía nuclear tan rápido como sea técnica y económicamente posible, ampliando la gama de energías renovables, así como el rápido despliegue de vehículos eficientes en el sector del transporte para reemplazar los motores de combustión fósil.

Al respecto, para avanzar hacia las energías renovables en su totalidad no hay grandes barreras económicas o técnicas, si se actúa en conjunto, la barrera a vencer es política. Por lo tanto, se requiere de la acción de la sociedad para presionar a la esfera política inmediata para que la transición energética sea una realidad.

Otro ámbito en la lucha para enfrentar los retos del cambio climático es la correcta administración de los recursos hídricos. Para conocer a fondo sus impactos en estos será necesario invertir fondos suficientes en la formación de recursos humanos, investigación y equipamiento para el monitoreo de variables climatológicas e hidrológicas que eliminen los rezagos que actualmente se tienen en el conocimiento y modelación del cambio climático a nivel nacional y global. Sin embargo, es de carácter urgente la aplicación de políticas para el manejo de dichos recursos hídricos, las cuales a su vez tendrán un impacto en otras áreas del área de políticas públicas.

El cambio climático contiene un nivel de riesgo elevado lo cual implica reconocer que, más allá de los valores económicos que puedan asignarse a los impactos climáticos, las medidas de adaptación al cambio climático deberán diseñarse tomando en cuenta estrategias dirigidas a evitar pérdidas irreversibles en biodiversidad, así como el aumento y homogenización de la calidad de vida de la sociedad.

Para esto se debe tomar en cuenta que el cambio climático tendrá como consecuencia conmoción social. No es difícil imaginar que los conflictos que surjan de las migraciones forzadas y el colapso económico podrían hacer que el planeta sea ingobernable, lo que amenazaría la estructura de la civilización.

Al respecto, se debe resaltar que en la actualidad no se está invirtiendo ni investigando lo suficiente en el tema de adaptación ante el cambio climático, siendo este un problema cardinal en los debates políticos que se enfocan principalmente en medidas de mitigación. Las consecuencias al cambio climático ya son evidentes en la actualidad y debido a que esta en progreso faltan aun más por presentarse. Por lo que, se debe aumentar la inversión en investigación y desarrollo de nuevas tecnologías que permitan a la sociedad sobrevivir ante estas consecuencias.

El tema de la migración forzada debe ser prioritario en cuanto a adaptación. Se deben localizar las zonas de alto riesgo lo más pronto posible ya que no podemos esperar a que las personas se hayan quedado sin casas, hasta que hayan tenido que desplazarse y se hayan convertido en refugiados. Porque esto generara aun más problemas como tensiones sociales, sobre-explotación de los recursos naturales y problemas en la salud. La idea es planear con tiempo y darles a esas personas alguna opción de asentamiento con anticipación.

Con respecto a la adaptación ante los desastres naturales, se deberá aumentar el gasto en mejoras de infraestructura como carreteras mejor construidas, puentes, embalses, diques y sistemas de drenaje que puedan resistir el aumento del nivel del agua y tormentas más fuertes. Así mismo, las investigaciones deberán establecer cuales zonas ya no podrán ser viables para contener los asentamientos humanos y cuales tienen la capacidad para asimilar a los desplazados. El gobierno debe ser muy consciente de una de sus obligaciones con los contribuyentes, que es el no malgastar su dinero.

Así mismo, los programas de mitigación y adaptación al cambio climático a nivel mundial deben de acondicionarse y modificarse conforme avanzan las investigaciones. Aquí es donde se vuelve clave la relación entre diferentes administraciones y partidos políticos, ya que es de suma importancia la continuidad de acciones que permitan luchar ante el cambio

climático. La debilidad de instituciones ambientales en ciertas regiones requiere de la identificación de otros actores para impulsar la adaptación. Esto no es un trabajo simple y no existen textos que hayan incursionado en el complejo mundo de los intereses políticos y el desarrollo regional bajo el problema del cambio climático.

Además tanto las organizaciones no gubernamentales como los consultores y los empresarios deben asumir un rol importante, de lo contrario, los gobiernos locales intentarán resolver con grandes inversiones y a través de respuestas privadas los retos que no pueden postergar, pero cuya acción no siempre elimina el problema. Las organizaciones no gubernamentales pueden realizar la gestión del conocimiento científico en el corto plazo, y ser los motores que acorten plazos y disminuyan los costos de transacción de la transferencia de tecnología de las universidades a los gobiernos.

No de menor importancia, es la participación de las instituciones académicas, principalmente las universidades, las cuales deben integrarse y desarrollar mecanismos de respuesta ágiles y un diálogo institucional que impulse la investigación y generación de mecanismos que permitan mitigar y adaptar, así como una rápida transición a un modelo energético limpio.

Estos estudios son fundamentales para la toma de decisiones, puesto que los actores que decidirán requieren información de buena calidad sobre: los impactos que están ocurriendo, la localización de grupos y sistemas afectados; la identificación y evaluaciones de adaptaciones existentes y posibles; y bases para comparar y priorizar respuestas de adaptación y mitigación.

En este contexto, es indispensable realizar escenarios sobre la evolución de la economía mexicana para las próximas décadas que permitan identificar una línea base sobre la que se pueda contrastar los impactos y los procesos de mitigación y adaptación del cambio climático en México. Así mismo, debe reconocerse que a la complejidad del fenómeno debe agregarse la carencia de información adecuada en nuestro país.

Las actividades que México se propone desarrollar para enfrentar las tareas de mitigación y de adaptación traen consigo múltiples beneficios, además de los climáticos. Entre ellos se encuentran la seguridad energética, procesos productivos más limpios, eficientes y competitivos, mejoría de la

calidad del aire y conservación de la enorme biodiversidad de nuestro país, entre otros.

Diversas revistas científicas aseveran que hay que disminuir al menos por la mitad la emisión de gases de efecto invernadero si queremos una remota posibilidad de sobrevivir. Ya no hay marcha atrás, el planeta ya muestra diversos efectos por el cambio climático y estos se incrementarán. Sin embargo, la manera en que actuemos dictará que tan graves para la humanidad serán dichos cambios. Tomando en cuenta lo rápidamente que ha avanzado la tecnología en las últimas décadas, es posible que en cada momento de tiempo prestado se puedan encontrar mejores adaptaciones para vivir bajo los impactos del cambio climático.

La humanidad ya cuenta con las herramientas necesarias para comenzar a mitigar y adaptarse ante el cambio climático, lo único que falta es la voluntad política para aplicarlas. Es de suma importancia recordar que la vida de los océanos y demás ecosistemas han podido sobrevivir miles de millones de años sin nosotros, los humanos, pero nosotros no podríamos sobrevivir sin ella.

Ante la inactividad de los gobiernos es muy importante recordar que los consumidores somos la base de la economía y son nuestros patrones de consumo los que obligan a las empresas a reconfigurar su oferta. Para lograr hacer una diferencia es necesario saber qué hay no sólo en nuestros alimentos, sino en todos los productos que adquirimos. Es nuestra obligación promover esquemas justos de comercio, apoyar al productor mexicano y rechazar los productos inseguros.

La respuesta ante la crisis ecológica ha sido conforme a las necesidades de valoración del capital más no conforme a las necesidades de la sociedad. La interconexión entre las crisis financiera, alimentaria y climática nos muestra con claridad que el actual modelo de desarrollo neoliberal no tiene reparación.

El desarrollo tecnológico bajo el capital responde a sus necesidades de valoración, mediante el sometimiento de las fuerzas productivas. Debido a los avances tecnológicos se ha aumentado el nivel de producción, con el único fin de producir la mayor cantidad de plusvalor posible. Mientras que no sólo ha disminuido la calidad de los productos, sino también la calidad de

vida de la mayoría de las personas, ya que no se está respetando el tiempo de trabajo socialmente necesario, es decir, ha aumentado la explotación de la clase trabajadora.

El desarrollo tecnológico no es nocivo per se, lo que es nocivo es el camino que se escogió, es decir una matriz tecnológica basada en la explotación del petróleo.

El cambio climático es sólo una parte de la crisis ecológica actual. La transición a energías alternativas limpias no será suficiente, es necesario que muchas más industrias dejen de depender del petróleo como materia prima. Muchas de ellas, como la agrícola, ni siquiera lo necesitan, el uso de fertilizantes y transgénicos no han hecho más que perjudicarla.

Se debe trascender la crematística del enfoque económico convencional y aceptar que el subsistema económico ocupa un lugar dentro de la biosfera, que toda actividad humana debe estar sujeta a los ciclos del medio ambiente. Los sistemas naturales con sistemas auto-organizados, es decir su desarrollo no está predeterminado sino que se produce adaptándose a su medio, tenemos que adaptarnos a la par.

Además de una amenaza, el cambio climático representa una oportunidad para de una vez por todas impulsar el desarrollo humano no antropocéntrico, auto limitado y ecológico a nivel mundial. La crisis ecológica actual es producto del modo de producción capitalista y liberar a las fuerzas productivas de su sometimiento al capital. Por lo que, los cambios necesarios deben implicar varias perspectivas para analizar la dinámica de las relaciones economía, ambiente, y desarrollo de forma más justa y objetiva.

Bibliografía

- Abengoa. (2016). Qué son los biocombustibles: el bioetanol y el biodiesel. Recuperado de: <http://www.laenergíadelcambio.com/que-son-los-biocombustibles-el-bioetanol-y-el-biodiesel>
- AKIO, L. (2015). Watch 23 Years of Climate Negotiations in 3 Minutes. Take Part. Recuperado de: <http://www.takepart.com/video/2015/11/30/watch-23-years-climate-negotiations-3-minutes>
- ÁLVAREZ, J., ESTÉVEZ, I., GONZÁLEZ, M., y JIMÉNEZ, J. (2014). Energía mareomotriz, gran oportunidad para México. Memorias del Tercer Concurso de Investigación Desarrollo e Innovación CIDIT 2014. Disponible en: http://zeus.lci.uisa.mx/portales/cidit/archivos/2014/articulo_004.pdf
- Arquitexs.com. (s/f). La biomasa como fuente renovable de energía. Recuperado de: <http://www.arquitexs.com/biomasa-fuente-renovable-de-energia/>
- Artículo 7. (2010). Ocupa México octavo lugar mundial como productor de alimentos: SAGARPA. Recuperado de: <http://a7.com.mx/pulso/economia-y-negocios/3143-ocupa-mexico-octavo-lugar-mundial-como-productor-de-alimentos-sagarpa.html>
- ARZATE, E. (2013). Capital privado y energía geotérmica. Forbes México. Recuperado de: <http://www.forbes.com.mx/capital-privado-y-energia-geotermica/#gs.0P8s02c>
- Asociación Mexicana de Energía Eólica. (s/f). El potencial eólico mexicano. Disponible en: <http://www.amdee.org/Publicaciones/AMDEE-PwC-El-potencial-eolico-mexicano.pdf>
- Asociación Nacional de Energía Solar. (2015). Inventario nacional de calentadores solares planos. Recuperado de: http://www.anes.org/cms/balance_energia.php
- AYRES, R. (1996). Limits to growth paradigm. Ecological Economics. N. 19.

- Banco Mundial. (2015). Agricultura y desarrollo rural. Recuperado de: <http://datos.bancomundial.org/tema/agricultura-y-desarrollo-rural>
- BBC Ciencia. (2009). Energía a base de ósmosis. Recuperado de: http://www.bbc.com/mundo/ciencia_tecnologia/2009/11/091124_energia_osmotica_men
- BBC Mundo. (2016). Energía osmótica: cómo crear energía limpia con agua, sal y una membrana de 3 átomos de espesor. Recuperado de: <http://www.bbc.com/mundo/noticias-36805727>
- Biodisol. (2010). Bioetanol o Bioalcohol: ¿Qué es el bioetanol? Recuperado de: <http://www.biodisol.com/bioetanol-bioalcohol-etanol-anhidro-alcohol-etilico-que-es-el-bioetanol-definicion-de-bioetanol-materias-primas-mas-comunes/>
- BRUNDTLAND, H. (1988). Nuestro futuro común. España. Alianza.
- CALDERÓN, F. (2012). Sexto Informe de Gobierno. México.
- CANTERA, S. (2014). Agua de 'lujo' sacia la sed de mexicanos. Expansión en alianza con CNN. Recuperado de: <http://www.cnnexpansion.com/economia/2014/04/24/marcas-de-agua-039premium039-inundan-mexico>
- CAMELA, S. (2016) What is Corporate Social Responsibility? Business News Daily. Recuperado de: <http://www.businessnewsdaily.com/4679-corporate-social-responsibility.html>
- CASAS ÚBEDA, J.M., GEA LÓPEZ, F., JAVALOYES TARÍ, E., MARTÍN PEÑA, A., PÉREZ NAVARRO, J.A., TRIGUERO SÁNCHEZ, I., VIVES BOIX, F. (2007). Educación Medioambiental. España. Editorial Club Universitario.
- Centro de Estudios en Medio Ambiente y Energías Renovables. (2016). Energía Solar en México. Recuperado de: <http://www.cemaer.org/energia-solar-en-mexico/>
- Centro mexicano para la filantropía. Empresa socialmente responsable. <https://www.cemefi.org/esr/>
- Climate Change Information Centre. (s/f). Capacidad de adaptación. Recuperado de:

http://www.careclimatechange.org/tk/integration/es/conceptos_clave/capacidad_de_adaptacion.html

- Climate Feedback. (2007). The land of unintended consequences. Recuperado de: http://blogs.nature.com/climatefeedback/2007/05/the_land_of_unintended_consequ_1.html
- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. (2010). Organismos genéticamente modificados. Recuperado de: <http://www.cofepris.gob.mx/AZ/Paginas/OGMS/OGMS.aspx>
- Comisión Nacional del Agua. (2011). Disponibilidad media per cápita de agua en México, 2010. Recuperado de: http://www.conagua.gob.mx/atlas/mapa/12/index_svg.html
- CONAGUA (2007). Programa Nacional Hídrico 2007-2012. SEMARNAT. México.
- COP16. (2016). Acciones de México - Programa Especial de Cambio Climático. Recuperado de: <http://cc2010.mx/es/mexico-y-el-cambio-climatico/acciones-de-mexico-programa-especial-de-cambio-climatico/index.html>
- CRUZ, J., LEÓN, G., y BELTRÁN, J. (2015). Naturalina. Disponible en: <http://vinculacion.dgire.unam.mx/Memoria-Congreso-2016/trabajos-ciencias-biologicas/medio-ambiente/10.pdf>
- DE SHERBININ, A. (2011). Casualties of Climate Change: Sea-level Rises Could Displace Tens of Millions, Scientific American. USA. Recuperado de: <http://www.scientificamerican.com/article/casualties-of-climate-change/>
- DEHEZA, E. (2011). Cambio Climático, Migración y Seguridad. Política de Mejores Prácticas y Opciones Operacionales para México. Royal United Services Institute for Security and Defence Studies. Qatar.
- Diario ecología. (2014). ¿Sabes que es la energía azul?. Te lo contamos. Recuperado de: <http://diarioecologia.com/la-energia-azul-fuente-de-energia-renovable-basada-en-la-diferencia-de-salinidad-entre-el-agua-de-mar-y-el-agua-de-rio/>

- DICKERSON, K. (2016). Bill Nye Talks to Mic About Earth Day, Space Exploration and Climate Change. Science.Mic. Recuperado de: <http://mic.com/articles/141584/bill-nye-on-earth-day-space-exploration-and-climate-change>
- DICKERSON, K. (2016). Climate Change Is Already Disrupting 92,000 People's Lives. Science.Mic. Recuperado de: <http://mic.com/articles/142774/climate-change-is-already-disrupting-92-000-people-s-lives>
- DICKERSON, K. (2016). It's Hard to Argue With Climate Change When You See Over 100 Years of Data at Once. Science.Mic. Recuperado de: <http://mic.com/articles/135571/nasa-chart-shows-climate-change-data-over-100-years>
- DICKERSON, K. (2016). This "Doom Spiral" Is All You Need to Understand Global Warming. Science.mic. Recuperado de: <https://mic.com/articles/143264/doom-spiral-global-warming-climate-change>
- DOMINIQUE, V.F. (2002). Economía y Ecología. Ecuador. Ediciones ABYA-YALA.
- Ecoinventos. (2016). Descubre que es la Energía Azul y su gran potencial. Recuperado de: <http://ecoinventos.com/energia-azul/>
- Ecoosfera. (2014). México: el mayor consumidor de agua embotellada del mundo. Recuperado de: <http://www.ecoosfera.com/2014/03/mexico-el-mayor-consumidor-de-agua-embotellada-del-mundo/>
- Ecotricity. (s/f). The End Of Fossil Fuels. Recuperado de: <https://www.ecotricity.co.uk/our-green-energy/energy-independence/the-end-of-fossil-fuels>
- El poder del consumidor. (2010). México, el que más agua embotellada consume. Recuperado de: <http://elpoderdelconsumidor.org/hiperconsumo/mexico-el-que-mas-agua-embotellada-consume/>
- Enciclonet 3.0 <http://www.enciclonet.com/articulo/energia-alternativa/>

- ENCISO, A. (2010), México, primer lugar en consumo de agua embotellada; la demanda crece 40%. La Jornada. México. Recuperado de: <http://www.jornada.unam.mx/2010/05/18/sociedad/041n1soc>
- ENCISO, A. (2013). El país, con estrés hídrico; peligran aguas subterráneas por contaminación. La Jornada. México. Recuperado de: <http://www.jornada.unam.mx/2013/01/09/sociedad/036n2soc>
- Energía nuclear. <http://energia-nuclear.net/>
- Energía Solar y Desarrollo Sostenible <http://www.solarsostenible.org/>
- Energías renovables. (2014.) Energía mareomotriz: ventajas e inconvenientes. Recuperado de: <http://www.energiasrenovablesinfo.com/oceanica/energia-mareomotriz-ventajas-inconvenientes/>
- Erenovable. (2011). Energía hidráulica ventajas. Recuperado de: <http://erenovable.com/energia-hidraulica-ventajas/>
- Erenovable.com (2015). Ventajas e inconvenientes de la energía geotérmica. Recuperado de: <http://erenovable.com/ventajas-e-inconvenientes-de-la-energia-geotermica/>
- Ernst & Young. (2010). La respuesta de las empresas al cambio climático. Disponible en: [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Respuesta_cambio_climatico/\\$FILE/respuesta_cambio_climatico.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Respuesta_cambio_climatico/$FILE/respuesta_cambio_climatico.pdf)
- Eruportal. (s/f). Importancia de la Energía Geotérmica. Alternativa a los Hidrocarburos. Recuperado de: <http://eruportal.com/importancia-de-la-energia-geotermica/>
- ESPINOZA DE AQUINO, W., GODDARD, M., GUTIÉRREZ, C. y BONFIL, C. (s/f) Los biocombustibles. ¿Cómo ves? Recuperado de: <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/123/los-biocombustibles>
- ESR México Responsabilidad Social. <http://www.esrmexico.com/>
- Eur-Lex. Protocolo de Kioto sobre el cambio climático. Recuperado de: http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/l28060_es.htm

- Expansión en alianza con CNN. (2011). Veracruz inaugura planta de biomasa. Recuperado de: <http://expansion.mx/obras/2011/05/17/planta-energia-biomasa-renovable-obras>
- Finanzas Carbono. (2016). Adicionalidad. Recuperado de: <http://finanzascarbono.org/mercados/mercado-voluntario/acerca/adicionalidad/>
- FLORES, G. (2015). Esbozo para una crítica de la economía ecológica: la refundación de la bioeconomía de Nicholas Georgescu-Roegen (un ejercicio desde la crítica de la economía política). Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2015) Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4068e.pdf>
- Forbes Staff. (2016). Los 5 países con mayor hambruna en el mundo. Forbes México. Recuperado de: <http://www.forbes.com.mx/los-5-paises-con-mayor-hambruna-en-el-mundo/#gs.idHXS0k>
- Forbes. (2013). 20% de los alimentos producidos en México se desperdician. Recuperado de: <http://www.forbes.com.mx/20-de-los-alimentos-que-se-producen-en-mexico-se-desperdician/>
- GALINDO, L. (2009). La economía del cambio climático. México. Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- GATES, D. (1993) Climate change and its biological consequences. USA. Sinauer Associates Inc.
- GAY GARCÍA, C. (Compilador) (2000). México: una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México. México. Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, US Country Studies Program.
- GEI México <http://www.geimexico.org/>
- GEOFAR. (2009). Qué es la energía geotérmica. Recuperado de: http://www.energia.gr/geofar/page.asp?p_id=12&lng=4

- Global Credit Portal. (2014). Climate Change Is A Global Mega-Trend For Sovereign Risk. Recuperado de: https://www.globalcreditportal.com/ratingsdirect/renderArticle.do?articleId=1318252&SctArtId=236925&from=CM&nsl_code=LIME&sourceObjectId=8606813&sourceRevId=1&fee_ind=N&exp_date=20240514-20:34:43
- Global Footprint Network. (2011). Living Planet Report reveals widening gap between nature's supply and human demand. Recuperado de: http://www.footprintnetwork.org/es/index.php/newsletter/det/human_demand_outstripping_natures_regenerative_capacity_at_an_alarms_rate
- Global Sherpa. (2010). Scoring and Ranking the World's Environmental Performance. Recuperado de: <http://www.globalsherpa.org/score-ranking-world-environment-performance-index>
- Global Wind Energy Council. (2013). Global Wind Report 2012 – Annual market update. Disponible en: <http://www.gwec.net/publications/global-wind-report-2/global-wind-report-2012/>
- Global Wind Energy Council. (2013). Global Wind Report Annual market update 2012. Disponible en: http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/Annual_report_2012_LowRes.pdf
- GÓMEZ, C., HERNÁNDEZ, J., y RIVERA, A. (2009). Migración interna, distribución territorial de la población y desarrollo sustentable. Consejo Nacional de Población. Disponible en: <http://www.portal.conapo.gob.mx/publicaciones/sdm/sdm2008/09.pdf>
- GRAIN. (2012) El gran robo de los alimentos. España: Icaria editorial, S.A. Disponible en: <https://www.grain.org/article/entries/4511-el-gran-robo-de-los-alimentos-un-nuevo-libro-de-grain>
- GRAIN. (2014). ¿Cómo gasta la Fundación Gates su dinero para alimentar el mundo? Recuperado de:

<https://www.grain.org/es/article/entries/5078-como-gasta-la-fundacion-gates-su-dinero-para-alimentar-el-mundo>

- GRAIN. (2015). Libre comercio y la epidemia de comida chatarra en México. Disponible en: <https://www.grain.org/es/article/entries/5171-libre-comercio-y-la-epidemia-de-comida-chatarra-en-mexico>
- GRAIN. (2016). El gran robo del clima. Editorial Itaca. Disponible en: <https://www.grain.org/es/article/entries/5408-el-gran-robo-del-clima-por-que-el-sistema-agroalimentario-es-motor-de-la-crisis-climatica-y-que-podemos-hacer-al-respecto>
- GreenFacts. (s/f). Cultivos Transgénicos y OMG. Recuperado de: <http://www.greenfacts.org/es/omg/index.htm>
- GreenFacts. (s/f). Estrés hídrico. Recuperado de: <http://www.greenfacts.org/es/glosario/def/estres-hidrico.htm>
- Greenpeace. (2000). Laguna Verde: el peligro de las mentiras. Este país. Disponible en: http://archivo.estepais.com/inicio/historicos/1111/13_medioambiente_laguna_greenpace.pdf
- Greenpeace. (2009). La energía solar puede dar electricidad limpia a más de 4.000 millones de personas para 2030. Recuperado de: <http://www.greenpeace.org/espana/es/news/2010/November/la-energia-solar-puede-dar-ele/>
- Greenpeace. (2010). Efecto invernadero. Recuperado de: <http://www.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Frenar-el-cambio-climatico/Ciencia/Efecto-invernadero/>
- Greenpeace. (2010). México ante el cambio climático. Evidencias, impactos, vulnerabilidad y adaptación.
- Greenpeace. (2011). Exige Greenpeace investigación a fondo sobre casos de cáncer cercanos a Laguna Verde. Recuperado de: <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Prensa1/2011/Julio/Exige-Greenpeace-investigacion-a-fondo-sobre-casos-de-cancer-cercanos-a-Laguna-Verde/>
- Greenpeace. (2011). Investiguen YA casos de cáncer cercanos a Laguna Verde. Recuperado de:

- <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Noticias/2011/Julio/Investiguen-YA-casos-de-cancer-cercanos-a-Laguna-Verde/>
- Greenpeace. (2011). Seguridad y salud cerca de Laguna Verde, ¿cuándo? Recuperado de: <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Noticias/2011/Septiembre/Seguridad-y-salud-cerca-de-Laguna-Verde-cuando/>
 - Greenpeace. (2015). Ponen bajo la lupa a 15 empresas de alimentos. Recuperado de: <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Prensa1/2015/Junio/Ponen-bajo-la-lupa-a-15-empresas-de-alimentos/>
 - Greenpeace. (2015). Ranking de transparencia. Recuperado de: <http://greenpeace.mx/comidasana/public/?origen=webBole>
 - Greenpeace. (2016) Conoce la respuesta de Bimbo. Recuperado de: <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Noticias/2016/Octubre/Conoce-la-respuesta-de-Bimbo/>
 - Greenpeace. (2016) El Estado mexicano debe cumplir las recomendaciones del Grupo de Trabajo de la ONU sobre empresas y derechos humanos. Recuperado de: <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Prensa1/2016/Septiembre/El-Estado-mexicano-debe-cumplir-las--recomendaciones-del-Grupo-de-Trabajo-de-la-ONU-sobre-empresas-y-derechos-humanos/>
 - Greenpeace. (s/f). Energía nuclear, falsa alternativa al cambio climático. Disponible en: <http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2008/5/energia-nuclear-falsa-alterna.pdf>
 - Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2001). Tercer Informe de Evaluación. Cambio climático 2001: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/impact-adaptation-vulnerability/impact-spm-ts-sp.pdf>
 - GUGGENHEIM, D. (Director) (2006) An Inconvenient Truth [Documental]. Estados Unidos de América. Paramount Classics.

- HEGEL, G.W.F. (1979). Lecciones sobre la filosofía de la historia. México. Fondo de Cultura Económica.
- HERNÁNDEZ, M. (2013). El costo de los desastres naturales se acentúa por la pobreza y corrupción. Expansión en alianza con CNN. Recuperado de: <http://mexico.cnn.com/nacional/2013/10/21/el-costode-los-desastres-naturales-se-acentua-por-la-pobreza-y-corrupcion>
- HERZOG, T., PERSHING, J., y BAUMERT, K. (2005). Navigating the Numbers Greenhouse Gas Data and International Climate Policy. World Resources Institute. Recuperado de: <http://www.wri.org/publication/navigating-numbers>
- HILL, T. (2015). The 97 Percent Scientific Consensus on Climate Change Is Wrong—It's Even Higher. Take Part. Recuperado de: <http://www.takepart.com/article/2015/07/09/climate-consensus-deniers-97-percent-is-wrong?cmpid=tpdaily-eml-2015-07-09>
- HOEKSTRA, A. y CHAPAGAIN, A. (2007). Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. The Netherlands University of Twente. Disponible en: http://doc.utwente.nl/58352/1/water_footprints_of_nations.pdf
- HOLTHAUS, E. (2015). The Point of No Return: Climate Change Nightmares Are Already Here. Rolling Stone. USA. Recuperado de: <http://www.rollingstone.com/politics/news/the-point-of-no-return-climate-change-nightmares-are-already-here-20150805?page=4>
- HOUGHTON, J. (2004). Global Warming (3rd Edition). Reino Unido. Cambridge University Press.
- Imagen del Golfo. (2010). Inviabile, producción de etanol en México: Enríquez. Recuperado de: <http://www.imagendelgolfo.com.mx/resumen.php?id=165907>
- Institute For Economics & Peace. (2009). Global Peace Index. Disponible en: <http://economicsandpeace.org/wp-content/uploads/2011/09/2009-GPI-Results-Report-.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). PIB - Actividad de los Bienes y Servicios, anual. Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/bs/default.aspx>

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). Resultados de la encuesta nacional de ocupación y empleo cifras durante el primer trimestre de 2015. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2015/enoe_ie/enoe_ie_2015_05.pdf
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (1990) Climate Change: the IPCC Impacts Assessment
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (1995). A Report Of The Intergovernmental Panel On Climate Change.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Nivel Medio Mundial del Mar. Recuperado de: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/figure-ts-18.html
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Tendencias de Temperatura Mundial. Recuperado de: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/figure-ts-6.html
- International Energy Agency. (2011) Solar Energy Perspective: Executive Summary. Disponible en: <http://www.iea.org/Textbase/npsum/solar2011SUM.pdf>
- JACKSON, T. (2011). Prosperidad sin crecimiento. Economía para un planeta finito. España. Icaria Editorial.
- JEFFREY, A. NEELY. (1988). Economics and biological diversity: Developing and using economic incentives to conserve biological resources. Suiza. IUCN, Gland.
- JORIO, L. (2014). ¿Cuán eficaz y útil es el comercio de emisiones? Swissinfo.ch Recuperado de: <http://www.swissinfo.ch/spa/-cuán-eficaz-y-útil-es-el-comercio-de-emisiones-/38514212>
- KALKSTEIN, I., (1993), Direct impact in cities.
- KLEIN, N. (2001). No Logo. España. Paidós
- KNEESE, A.V.; RUSSELL, C.S. (1987). Environmental Economics. The New Palgrave: A Dictionary of Economics. Eatwell. Londres. Macmillan.

- LENIN, V. (1982). El imperialismo, fase superior del capitalismo. Moscú. Progreso.
- LOPEZ, G. (2005). Incendio en Laguna Verde causó alarma. La Jornada. Recuperado de: <http://www.jornada.unam.mx/2005/11/21/index.php?section=sociedad&article=052n3soc>
- LORDMÉNDEZ, P. (2014). Científicos mexicanos crean dispositivo para obtener energía de las olas. Veo verde. Recuperado de: <https://www.veoverde.com/2014/08/cientificos-mexicanos-crean-dispositivo-para-obtener-energia-de-las-olas/>
- LUBAN, R. (2015). Alleging Labor Abuses, U.S. and Mexican Workers Call for Boycott of Driscoll's Berries. In These Times. Recuperado de: http://inthesetimes.com/working/entry/17865/alleging_labor_abuses_u.s._and_mexican_workers_call_for_boycott_of_driscoll
- MAGALLÓN, A. (2007). Problemas teóricos y metodológicos de la ecología, el medio ambiente y el desarrollo sustentable. México. PVEM.
- MALTHAUS, T.R. (1979). Primer ensayo sobre la población. España. Alianza.
- MAROSI, R. (2015). Mexican farmworkers target Driscoll's, a firm with labor-friendly image. LA Times. Recuperado de: <http://www.latimes.com/local/california/la-me-baja-farmworkers-20150411-story.html>
- MARSHALL, A. (1961). Principles of economics. Reino Unido. McMillan.
- MARTÍNEZ, A. (1992). De la economía ecológica al ecologismo popular. España. Icaria.
- MARTÍNEZ, A. (1995). Lecturas de economía ecológica. España. Icaria.
- MARTÍNEZ, J. (2007). Efectos del cambio climático en México. México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

- MARTÍNEZ, R. (2013). Photovoltaic in Mexico. Recent Developments and Future. Bufete de Tecnología Solar, S.A. Disponible en: http://www.eclareon.com/sites/default/files/03_strevel.pdf
- MARX, K. El capital. Crítica de la economía política. México. Fondo de Cultura Económica.
- MCCARTHY, J. (2001). Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. United Kingdom. Cambridge University Press.
- MEANA, S. (2014). Energía geotérmica, una de las apuestas fuertes del futuro. El Financiero. Recuperado de: <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/energia-geotermica-una-de-las-apuestas-fuertes-del-futuro.html>
- MEJÍA, M. (2015). 2016: año de la energía geotérmica en México. Vértigo político. Recuperado de: <http://www.vertigopolitico.com/articulo/37081/2016-ano-de-la-energia-geotermica-en-Mexico>
- MELÉNDEZ-HUSTICK, L. (2015). México es el tercer productor más importante de fresas en el mundo. Hortalizas. Recuperado de: <http://www.hortalizas.com/cultivos/fresas-moras/mexico-es-ahora-el-tercer-productor-mas-importante-de-fresas-en-el-mundo/>
- MÉNDEZ, E. (2013). Es hora de ir al grano; México importa 43% de los alimentos. Excélsior. Recuperado de: <http://www.excelsior.com.mx/nacional/2013/05/05/897514>
- MENGER, C. (1983). Principios de economía política. España. Unión Editorial.
- Ministerio de Medio Ambiente. (2006). Análisis de Ciclo de Vida de Combustibles alternativos para el Transporte. Disponible en: http://www.energiasrenovables.ciemat.es/adjuntos_documentos/Analisis%20de%20Ciclo.%20biodiesel.pdf
- MONBIOT, G. (2008). Calor. Cómo parar el calentamiento global. Barcelona, RBA libros,
- MONFREDA, C., WASKERNAGEL, M., DEUMLING, D. (2004) Establishing national natural capital accounts based on detailed ecological footprint and biocapacity assessments. Land Use Policy 21.

- MOORE, D., GALLI, A., CRANSTON, G.R., REED, A. Projecting future human demand on the Earth's regenerative capacity. *Ecological Indicators* 16.
- MORALES, R. (2010). Acuerdo con Brasil, oportunidad para la producción de etanol. *El economista*. Recuperado de: <http://eleconomista.com.mx/industria-global/2010/05/21/acuerdo-brasil-oportunidad-produccion-etanol>
- MUCIÑO, F. (2015). ¿Se aproxima el 'boom' de la energía solar? *Forbes México*. Recuperado de: <http://www.forbes.com.mx/se-aproxima-el-boom-de-la-energia-solar/#gs.sXL7qQY>
- Naciones Unidas y el cambio climático. (2009). Cambio climático. Recuperado de: http://www.cinu.mx/minisitio/cambio_climatico/
- NASA <http://climate.nasa.gov/evidence/>
- National Geographic: Global Warming. <http://environment.nationalgeographic.com/environment/global-warming/>
- National Oceanic and Atmospheric Administration: Sea Level Trends <http://tidesandcurrents.noaa.gov/sltrends/sltrends.html>
- NICOLLS, N. (1993) El Niño-Southern Oscillation and vector-borne disease. Disponible en: <http://www.who.int/globalchange/publications/en/elnino.pdf>
- NOMAN, N. (2016). Over 160 Countries Just Signed the Historic Paris Agreement on Climate Change. *Science.Mic*. Recuperado de: <http://mic.com/articles/141419/over-160-countries-just-signed-the-historic-paris-agreement-on-climate-change>
- Notimex. (2014). México, entre los cinco principales productores de energía geotérmica. *El Financiero*. Recuperado de: <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/mexico-entre-los-cinco-principales-productores-de-energia-geotermica.html>
- Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales. (s/f). Laguna Verde: Historial negro de una planta nuclear. Recuperado de: <http://www.olca.cl/oca/nuclear/nuclear023.htm>

- Organisation for Economic Co-operation and Development (2013). Making Water Reform Happen in Mexico Disponible en: <http://www.oecd.org/gov/regional-policy/makingwaterreformhappeninmexico.htm>
- Organización de estados iberoamericanos. (s/f). 20 preguntas sobre los alimentos genéticamente modificados. Recuperado de: <http://www.oei.es/salactsi/20oms.htm>
- Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación. (2004). El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2003-04. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/Y5160s/Y5160s00.HTM>
- Organización Mundial de la Salud. (2015). 10 datos sobre el paludismo. Recuperado de: <http://www.who.int/features/factfiles/malaria/es/index.html>
- Oxfam International. (2009). Empresas y Cambio Climático: Desacuerdo en las Filas. Disponible en: <https://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/oxfam-copenhagen-business-es.pdf>
- PADILLA, E., SERRANO, A. (2006). Inequality in CO2 emissions across countries and its relationship with income inequality: a distributive approach. *Energy Policy*, 34 (14).
- PALACIOS, E. (2011). El cambio climático cuesta a México 60,000 millones de dólares al año. *Expansión en alianza con CNN*. Disponible en: <http://expansion.mx/planetacnn/2011/10/10/el-cambio-climatico-cuesta-a-mexico-60000-millones-de-dolares-al-ano>
- PEARCE, D.W. (1994). Los límites del análisis costo-beneficio como guía para la política del medio ambiente. En Aguilera, F. Y Alcantara, V. (comps.)
- PLENKE, M. (2015). The Latest Stats on Climate Change Prove We Need Nuclear Power Right Now. *Tech.Mic*. Recuperado de: <http://mic.com/articles/125432/why-we-need-nuclear-power-in-one-chart>

- PLENKE, M. (2016). Despite the Paris Climate Change Agreement, We're Probably Screwed. Science.Mic. Recuperado de: <https://mic.com/articles/141591/despite-the-paris-climate-change-agreement-we-re-probably-screwed-anyway>
- PLENKE, M. (2016). Doctors Warn Climate Change Will Have "Devastating Effect" on Human Health. Science.Mic. Recuperado de: <http://mic.com/articles/141256/doctors-warn-climate-change-will-have-devastating-effect-on-human-health>
- PLENKE, M. (2016). If We Don't Cut Carbon Emissions, We're Even More Screwed Than We Thought. Science.Mic. Recuperado de: <http://mic.com/articles/138569/what-happens-if-we-dont-cut-carbon-emissions>
- PNUD (2001). Informe sobre Desarrollo Humano 2001, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, España, Ediciones Mundi-Prensa.
- PRING, G., RAYNER, S. *Time to Ditch Kyoto*. Nature 449, 24 Oct. 2007. Disponible en: http://www.lse.ac.uk/researchAndExpertise/units/mackinder/pdf/mackinder_Kyoto.pdf. [Consultado el 18 de febrero de 2015]
- Proceso. (2005). Ocultan información sobre incendio en Laguna Verde. Recuperado de: <http://www.proceso.com.mx/230963/ocultan-informacion-sobre-incendio-en-laguna-verde>
- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, <http://www.pnuma.org/>
- Quimica.es. (s/f). Biomasa. Recuperado de: <http://www.quimica.es/enciclopedia/Biomasa.html>
- QuimiNet. (2006). Inicia construcción de tres plantas de etanol en Sinaloa, México. Recuperado de: <http://www.quiminet.com/noticias/inicia-construccion-de-tres-plantas-de-etanol-en-sinaloa-mexico-2287270.htm>
- RAMOS-GUTIÉRREZ, L. y MONTENEGRO-FRAGOSO, M. (2012). Las centrales hidroeléctricas en México: pasado, presente y futuro. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v3n2/v3n2a7.pdf>

- RAMOS-GUTIÉRREZ, MONTENEGRO-FRAGOSO. La generación de energía eléctrica en México.
- REGAN, P. (2015) The Politics of Global Climate Change. USA. Paradigm Publishers.
- REIG, P., MADDOCKS, A., GASSERT, A., (2013). World's 36 Most Water-Stressed Countries. World Resources Institute. Recuperado de: <http://www.wri.org/blog/2013/12/world's-36-most-water-stressed-countries>
- Reporte Índigo. (s/f). El desperdicio de comida en números. Recuperado de: <http://www.reporteindigo.com/piensa/articulo/el-desperdicio-de-comida-en-numeros>
- Reuters Africa. (2011). Fitch: Carbon Credit Revenues Likely To Fall Post 2012. Recuperado en: <http://af.reuters.com/article/energyOilNews/idAFWNA412020111122>
- RIBEIRO, S. (2005). Ley Monsanto: parece mala pero es peor. La Jornada. México. Recuperado de: <http://www.jornada.unam.mx/2005/01/22/023a2pol.php>
- RIECHEMAN, J. (2005). Un mundo vulnerable. Ensayos sobre ecología, ética y tecnología. España. Editorial Catarata.
- RIOTTA, C. (2016). February Temperatures Hit "Unprecedented" Record — Right After January Did the Same. Science.Mic. Recuperado de: <http://mic.com/articles/137787/global-warming-facts-2016-february-temperatures-hit-new-record>
- RIOTTA, C. (2016). Jimmy Kimmel Roasted Sarah Palin for "Offensive and Dangerous" Climate Change Denial. Science.Mic. Recuperado de: <http://mic.com/articles/142468/jimmy-kimmel-roasted-sarah-palin-for-offensive-and-dangerous-climate-change-denial>
- SAGARPA, 2014, <http://www.sagarpa.gob.mx/>
- SALE, P.F. (1999). Nature. www.wri.org/wri/marine
- SANTOYO, B. (2013). El impacto de Pemex en el medio ambiente. Veo Verde. Recuperado de: <https://www.veoverde.com/2013/07/el-impacto-de-pemex-en-el-medio-ambiente/>

- SCHMELLER, J. (2011). El Protocolo de Kioto fracasó hace tiempo. DW. Recuperado de: <http://www.dw.de/el-protocolo-de-kioto-fracasó-hace-tiempo/a-15600811>
- SCHNELL, U. (Director) (2012) Bottled Life: Nestle's Business with Water [Documental]. Suiza. Frenetic Films.
- ScienceDaily. (s/f). Renewable energy. Recuperado de: https://www.sciencedaily.com/terms/renewable_energy.htm
- Sea energy. (s/f). ANAconda. Bulge Tube Operation... Recuperado de: <http://www.checkmateukseaenergy.com/anaconda/>
- Servicio de Estudios Económicos del Grupo BBVA, (2010). Situación Migración México. 1st ed. [ebook] México: Fundación BBVA Bancomer. Disponible en: https://www.fundacionbbvabancomer.org/imagenes/docs/SitMig_2012Jul.pdf
- SHIKLOMANOV, I., RODDA, J. (2003). World water resources at the beginning of the 21st century. United Kingdom. Cambridge University Press.
- SMITH, A. (1994). La riqueza de las naciones. España. Alianza.
- SOLIS, M. (2016). 5 Pacific Islands Just Disappeared Thanks to Rising Sea Levels Caused by Climate Change. Science.Mic. Recuperado de: <http://mic.com/articles/143087/5-pacific-islands-just-disappeared-thanks-to-rising-sea-levels-caused-by-climate-change>
- Statkraft. (2009). The world's first osmotic power prototype opens today. Recuperado de: <http://www.statkraft.com/energy-sources/osmotic-power/prototype/>
- STERN, N., (2007), Informe Stern: La economía del cambio climático, Reino Unido, HM Treasury.
- STUART, T. (s/f). Se desperdicia más comida en el mundo de la que podrían consumir todas las personas hambrientas. OXFAM Intermón. Recuperado de: <http://www.oxfamintermon.org/es/editorial/entrevista/se-desperdicia-mas-comida-en-mundo-de-que-podrian-consumir-todas-personas-hambr>

- SURREY, M. (2016). 7 Global Warming Facts That Even Critics Can't Ignore. Science. Mic. Recuperado de: <http://mic.com/articles/133289/7-global-warming-facts-that-even-critics-can-t-ignore>
- SWANSON, R. (2009). Photovoltaics Power Up. Science Magazine. Disponible en: http://phys.iit.edu/~segre/phys100/science_2009_324_891.pdf
- Terra. (2013). Katrina, el monstruo que destruyó New Orleans hace ocho años. Disponible en: <https://noticias.terra.com/eeuu/katrina-el-monstruo-que-destruyo-new-orleans-hace-ocho-anos,20fa50734aac0410VgnVCM10000098cceb0aRCRD.html>
- The European Wind Energy Association. (2013). Wind in power 2012: European statistics. Disponible en: http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/Wind_in_power_annual_statistics_2012.pdf
- The World Wind Energy Association. (2013). 2012 Annual Report. Disponible en: http://www.wwindea.org/webimages/WorldWindEnergyReport2012_final.pdf
- TORRES, A. (2011). Fracasa proyecto de biodiesel. El economista. Recuperado de: <http://eleconomista.com.mx/estados/2011/07/18/fracasa-proyecto-biodiesel>
- U.S. Food and Drug Administration. (1999). Genetically Engineered Foods. Recuperado de: <http://www.fda.gov/NewsEvents/Testimony/ucm115032.htm>
- United Nations Development Programme. Human Development Reports: Mexico. Recuperado de: <http://hdr.undp.org/en/countries/profiles/MEX>
- United Nations Environment Programme. (2014). Disponible en: http://www.unep.org/publications/ebooks/emissionsgapreport2014/portals/50268/pdf/Emissions_Gap_PR_ES.pdf
- United Nations for Disaster Risk Reduction. (2013). Impacto de los desastres en América Latina y el Caribe, 1990-2011.

<http://www.theguardian.com/environment/2009/nov/03/global-warming-climate-refugees>

- World Bank. (2009) Country Note: México. Recuperado de: <http://www.worldbank.org/en/country/mexico>
- YAÑEZ, M. (2012). Geotermia: Energía inagotable bajo nuestros pies. Veo verde. Recuperado de: <https://www.veoverde.com/2012/11/geotermia-energia-inagotable-bajo-nuestros-pies/>