

# Capítulo 1. Cambio Climático

# C A P Í T U L O 1

## C A M B I O C L I M Á T I C O

El estudio e investigación sobre el cambio climático ha tomado mayor importancia en los últimos años tras una serie de documentales y conferencias en las que se expusieron las posibles consecuencias de este fenómeno, ocasionando tanto un estado de alarma en la población y en los gobiernos alrededor del globo por los efectos de éste, como una invitación a la reflexión sobre la manera en cómo el hombre afecta su entorno y la necesidad de analizar y actuar ante la evidencia que sugiere que la rapidez de este cambio se debe a emisiones de origen antropogénico.

Si nos remitimos exclusivamente al nombre podríamos pensar que es un problema que afecta únicamente las condiciones meteorológicas y del estado del tiempo, no obstante las consecuencias de este cambio son profundas e implican soluciones de orden político, económico y social, donde la clave para la resolución de esta crisis es la cooperación internacional puesto que es un problema que afecta tanto a países industrializados como subdesarrollados, siendo estos últimos los que enfrentarán mayor dificultad a la adaptación de las medidas por falta de recursos y tecnología.

### **1.1 Definición y causas del cambio climático**

De acuerdo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático firmada en 1992 el cambio climático se define como:

“...un cambio atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad del clima observada durante periodos de tiempo comparables”.

En esta definición se señala al hombre como principal causa del cambio climático, esto es debido a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente CO<sub>2</sub>, a la atmósfera que en su mayoría son originados por la actividad industrial.

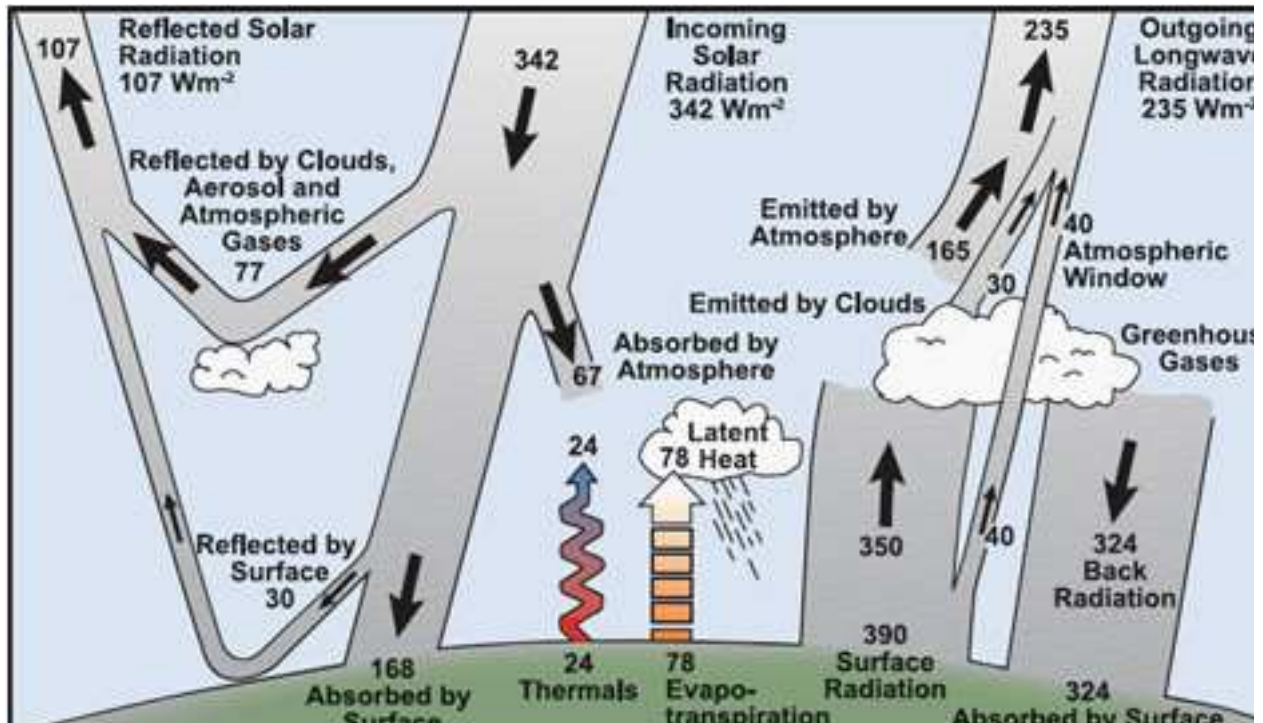


Figura 1. Cuarto Reporte del Panel Intergubernamental para el cambio Climático 2007

En la Figura 1 se observa un balance de energía de las radiaciones provenientes del sol, como se ve en esta ilustración la mitad de las radiaciones recibidas es absorbida por la superficie terrestre y la atmósfera mientras que otra parte se refleja y se disipa en el universo. La temperatura terrestre es entonces producto de la energía que irradia el sol y que es absorbida por nubes y gases en la atmósfera, dentro de los que se encuentran los GEI. Si incrementamos la cantidad de GEI, tendremos por consiguiente una mayor absorción, esto significa que las radiaciones que tenían que ser reflejadas permanecen en la atmósfera ocasionando un aumento de la temperatura global.

¿Cómo es que se han incrementado las emisiones de estos gases? De acuerdo a estudios realizados por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), estas emisiones son producto de la era industrial, de la explotación desmedida de los combustibles fósiles y de la deforestación de bosques, donde la participación humana juega un papel fundamental. Según el cuarto informe del IPCC (2008), la concentración de GHG en la atmósfera es equivalente a 430 partes por millón (ppm) de  $CO_2$  que es casi 50% más de lo que se tenía antes de la Revolución Industrial (280 ppm).

Para comprobar si el hombre ha influido verdaderamente en la emisión de estos gases a la atmósfera, se realizaron una serie de análisis en las regiones polares de Groenlandia y la Antártica, donde se comparó la composición del aire encerrado en burbujas en bases de hielo que datan de más de 200 años. Estos mostraron un incremento exponencial en la concentración de gases durante la era industrial y en lo sucesivo, además de encontrarse que algunos compuestos del carbono como son los Halocarbonos (hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs), etc), exceptuando al perfluorometano que ha estado en la atmósfera desde tiempos remotos, son de origen antropogénico, es decir aparecieron como consecuencia del hombre.

## **1.2 Consecuencias del cambio climático**

La primera consecuencia del aumento de la generación de gases de origen antropogénico es el aumento en la temperatura global, del que se desprenden más y mayores consecuencias como por ejemplo: el derretimiento de los polos, la extinción de especies animales y vegetales, daños a la salud, etc. Ver Figura 2

El derretimiento de los polos como consecuencia, implica la elevación del nivel del mar. Se calcula que para el año 2100 el nivel del mar subirá de 9 a 88 cm<sup>14</sup>. Esta elevación en 20 o 30 años produciría una disminución de terreno pues estaría ocupado por el agua derretida, lo que provocaría tanto la desaparición de algunas islas y países cuya altura se encuentra por debajo del mar como son las Islas Maldivas y los Países Bajos, como desplazamientos poblacionales hacia lugares con mayor altura ocasionando conflictos violentos por la migración.

Los efectos sobre el clima también se ven reflejados en el agua ya que existen cambios en los patrones de precipitación que ocasionan lluvias excesivas en lugares donde no existían y sequías extremas y más prolongadas en las regiones áridas y semiáridas, de aquí una posible falta de alimentos por cambios en la producción agrícola de temporal.

Si además de esto se considera el nuevo desarrollo de tecnologías para biocombustibles tales como el etanol, producido a base de semillas de maíz, nos enfrentamos a la posibilidad de que los productores de alimentos se inclinen a mercados para la producción de este tipo de com-

14 [http://unfccc.int/portal\\_espanol/essential\\_background/items/3336.php](http://unfccc.int/portal_espanol/essential_background/items/3336.php)

bustibles por su alta rentabilidad, dejando una crisis alimenticia difícil de subsanar.



Figura 2. Consecuencias Cambio Climático

Dos de las consecuencias más importantes del cambio climático son: la falta de suministro de energéticos debida a la dificultad de conseguir minerales que por su localización y debido al incremento de las condiciones adversas climatológicas pudieran resultar inaccesibles, y los daños en las líneas de transmisión causadas por fenómenos naturales. Estas consecuencias serán mejor discutidas en el capítulo 4 por ser secuelas que afectan directamente la seguridad energética.

A continuación se enlistan algunos impactos del cambio climático:

#### Impactos del cambio climático

- Intensas sequías y de mayor duración
- Aumento de precipitaciones, inundaciones

- Incremento del nivel del mar debido al aumento de temperatura
- Baja producción de alimentos, debido a la falta de disponibilidad de agua para la agricultura
- Enfermedades en trópicos y subtrópicos relacionadas con el agua, incidencia de malaria, dengue, paludismo, diarrea.
- Amenaza a la existencia de islas y naciones que están a pocos metros sobre el nivel del mar actual.
- Desplazamientos poblacionales derivados del incremento del nivel del mar (Migración)
- Extinción de especies y pérdida de la biodiversidad
- Daño a los ecosistemas
- Poco acceso a minerales estratégicos debido al hielo y a las tormentas, ocasionando la falta de suministro de combustibles fósiles que se obtienen de los yacimientos costa fuera.
- Daños en líneas de transmisión
- Daños a la salud por contaminación de aire y agua
- Dificultades en la generación de electricidad con medios renovables

### **1.3 Medidas para prevenir los efectos del cambio climático**

- A fin de prever con más exactitud los posibles efectos del cambio climático, se están mejorando los modelos de predicción climática. Al hacer esto, se tiene mayor entendimiento de lo que está ocurriendo y es posible implementar medidas de mitigación de los impactos del cambio climático basados en escenarios lógicos y lo más realistas posibles.
- Establecer planes de contingencia en caso de epidemias y enfermedades y respuestas flexibles a los problemas de migración y falta de alimentos.
- Pensar en la utilización de energías alternativas que sustituyan a los combustibles fósiles para evitar con esto la emisión de gases GEI al medio ambiente.
- Identificar los puntos frágiles en los sistemas políticos y económicos y trabajar en políticas de

reestructuración que los fortalezcan.

Entre estas acciones intergubernamentales contra el Cambio Climático se encuentran:

- Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático UNFCCC
- Protocolo de Kyoto

### ***1.3.1 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCC)***

Esta Convención entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Existen actualmente 192 países ratificados.

En esta Convención se hizo una clasificación de países de acuerdo a sus compromisos para responder y actuar en contra del Cambio Climático.

Los países desarrollados corresponden al Anexo I y son los países comprometidos a cumplir los objetivos del Protocolo puesto que son los que generan el mayor porcentaje de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel global.

Los países en desarrollo son los llamados No Anexo I o Anexo 2, estos países juegan un papel más sencillo dado sus condiciones económicas pero no menos importante ya que son éstos los que pueden implementar y desarrollar proyectos para la disminución de GEI de efecto directo y colaborar con las metas señaladas de los países ratificados. Para este fin se elaboran inventarios que señalan el tipo de gas con el que se contribuye y el país al que se le atribuye su emisión, a estas relaciones se les conoce como inventarios de emisiones.

El Periodo de compromiso de la Convención comprende del 2008 al 2012, periodo en el cual se intenta disminuir 5% la emisión de GEI respecto a los parámetros que se tenían de los mismos en 1990.

Además tiene como objetivos:

- La estabilización de concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera.
- Compartir información sobre gases de efecto invernadero, políticas nacionales y mejores prácticas.
- Crear estrategias para adaptarse a los impactos además de impulsar el desarrollo tecnológico en países en vías de desarrollo (no industrializados).
- Cooperación en la adaptación de los impactos del cambio climático.

De los asuntos revisados y tratados en esta Convención se derivaron el Protocolo de Kyoto y Planes de Acción como el de Bali donde se negociaron las medidas de cooperación a largo plazo.

### ***1.3.2 Protocolo de Kyoto***

En el Protocolo se establecen compromisos de reducción cuantitativos de emisiones, este protocolo tiene como objetivo promover el desarrollo sostenible y contemplar políticas y medidas sobre las emisiones antropogénicas agregadas que no se mencionan en el Protocolo de Montreal aprobado en Montreal el 16 de septiembre de 1987.

Dentro de los compromisos del Protocolo se encuentran<sup>15</sup> :

- Limitación y/o reducción de las emisiones de metano mediante su recuperación y utilización en la gestión de los desechos así como en la producción, el transporte y la distribución de la energía.
- Fomento de reformas apropiadas en los sectores pertinentes con el fin de promover unas políticas y medidas que limiten o reduzcan las emisiones de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal.
- Medidas para limitar y/o reducir las emisiones de los GHG no controlados en el Protocolo de Montreal en el sector de transporte.

---

15 Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.



- Reducción progresiva o eliminación gradual de las deficiencias del mercado, los incentivos fiscales, las exenciones tributarias y arancelarias y las subvenciones que sean contrarios al objetivo de la Convención en todos los sectores emisores de gases de efecto invernadero y aplicación de instrumentos de mercado.
- Promoción de modalidades agrícolas sostenibles a la luz de las consideraciones del cambio climático.
- Fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional.
- Protección y mejora de los sumideros y depósitos de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal.
- Investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro del CO<sub>2</sub> y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales.

El periodo de compromiso de este protocolo comprende también 5 años, 2008-2012. Entró en vigor el 16 de enero de 2005 siendo ratificado por 141 países de la UNFCCC.

### ***1.3.3 Mecanismos de acción***

En el Protocolo de Kyoto se establecieron los tres mecanismos de acción que actualmente son utilizados para la reducir las emisiones de GEI.

- Aplicación conjunta
- Mecanismos de Desarrollo Limpio
- Comercio de derechos de emisión

## PROTOCOLO DE KYOTO MECANISMOS DE ACCIÓN

MECANISMOS DE DESARROLLO LIMPIO	MERCADOS DE CARBONO	APLICACIÓN CONJUNTA
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Países menos desarrollados</li> <li>● Países del No Anexo 1</li> <li>● Proyectos conjuntos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Créditos</li> <li>● Ojetivos de emisión</li> <li>● Financiamiento de proyectos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cuantificar emisiones de GEI equivalente en CO2</li> <li>● Valor Monetario</li> </ul>

Figura 3. Mecanismos de Acción-Protocolo de Kyoto

### Aplicación Conjunta

Es un programa que tiene como objetivo reducir las emisiones de países industrializados mediante el financiamiento de proyectos que cumplan con este fin.

*Según este mecanismo, los gobiernos patrocinadores recibirán créditos que podrán aplicar a sus objetivos de emisión; las naciones receptoras obtendrán inversión extranjera y tecnología avanzada (pero no créditos para conseguir sus propios objetivos de emisión; deben hacerlo ellos mismos ).<sup>16</sup>*

### Mecanismo de Desarrollo Limpio

El propósito de este mecanismo es el de reducir las emisiones de los países industrializados a través de proyectos conjuntos con países del No Anexo I, en donde los proyectos desarrollados por los países no industrializados contribuyen al cumplimiento de los compromisos de los países desarrollados. Estos proyectos son financiados por los países del Anexo I.

<sup>16</sup> Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Naciones Unidas (2007). Aplicación conjunta. [http://unfccc.int/portal\\_espanol/essential\\_background/feeling\\_the\\_heat/items/3321.php](http://unfccc.int/portal_espanol/essential_background/feeling_the_heat/items/3321.php)

## **Comercio de Derechos de emisión - Mercados de carbono**

Para concientizar y responsabilizar a los países en la reducción de sus emisiones, se crearon los mercados de carbono cuya función es similar a la de la Bolsa de Valores.

En los mercados de carbono se asigna un valor monetario a las unidades equivalentes de emisión de carbono o llamadas bonos de carbono, que expresan en términos de una tonelada de CO<sub>2</sub>, las emisiones de metano y demás gases de efecto invernadero.

En el Protocolo de Kyoto se establecieron compromisos por país de acuerdo a los inventarios nacionales de cada uno, donde se determinó la cantidad de emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub> a reducir. Según su forma de mitigación se agruparon en 4 categorías:

*Unidades de Reducción de Emisiones (ERU's)*. Reducción de unidades contaminantes debido al desarrollo de un proyecto del Mecanismo de Aplicación Conjunta.

*Unidades de Remoción de Emisiones (RMU's)*. Aplicables exclusivamente a países del Anexo 1. Corresponden a la reducción de unidades por proyectos de Aplicación Conjunta y/o por Compra-venta de bonos (mercado Spot, contratos, contrato de opciones).

*Montos Asignados Anualmente (AAU's)*. De acuerdo a los compromisos contraídos en el Protocolo de Kyoto y con base en los inventarios de GEI por país, se asigna una cantidad de emisiones a disminuir en un periodo determinado (en el caso del Protocolo de Kyoto es hasta el 2012) a cada país. Éste a su vez divide y fija un límite de emisión a sus empresas respectivamente.

*Certificados de Reducción de Emisiones (CER's)*. Sólo son aplicables para países del Anexo 1. Son resultado de la reducción de emisiones en proyectos que actúen bajo los Mecanismos de Desarrollo Limpio.

Con este sistema se penaliza a los países más contaminantes y se recompensa a los menos.

El precio de una tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente en el 2009 fue de \$11 dólares según la European Climate Exchange<sup>17</sup>.

#### **1.4 Alternativas para la reducción de emisiones**

En el apartado anterior se mencionaron las acciones intergubernamentales y los planes y protocolos que actualmente buscan soluciones para evitar un violento cambio climático, las soluciones que se proponen en las alternativas para la reducción de emisiones son más concretas:

La reforestación de selvas y bosques, es decir la creación de sumideros para la absorción de GHG de la atmósfera, son la alternativa que tenemos más al alcance de la mano. Esta alternativa además tiene la ventaja de representar los costos más bajos para su implementación y representar beneficios sólo en la prevención del calentamiento global sino también para la conservación de hábitats y ecosistemas.

La innovación tecnológica y la diversificación de las fuentes de energía, así como el uso de energías alternativas limpias son mecanismos eficaces en el combate al cambio climático. Es aquí se deben conjuntar esfuerzos y desarrollarse proyectos certificados que además de ayudar a la disminución de GHG, contribuya al desarrollo sustentable de países en vías de industrialización.

La capacidad de adaptación de los países al cambio climático es fundamental, esta adaptación en países poco desarrollados depende también de la interacción con países industrializados en la búsqueda de alternativas tecnológicas y económicas para un crecimiento unificado. Las estrategias que se deben plantear deben estar basadas en las condiciones políticas, económicas, sociales y geográficas de cada país y deben ser medibles y verificables.

Es importante hacer énfasis en el papel de la educación sobre la adaptación y amortiguación del cambio climático, en la medida que entendamos que el desmedido uso de combustibles fósiles y los hábitos de derroche de recursos naturales causan problemas en nuestro entorno que nos afectan directamente, entenderemos la importancia de cuidarlo y de tomar las medidas para contrarrestar los efectos de lo que estamos viviendo hoy como es el cambio climático. Lo que

17 <http://www.ecx.eu/>

debemos hacer en materia de educación es mostrar las consecuencias del cambio climático y las medidas de adaptación que debemos tomar para lidiar con él.

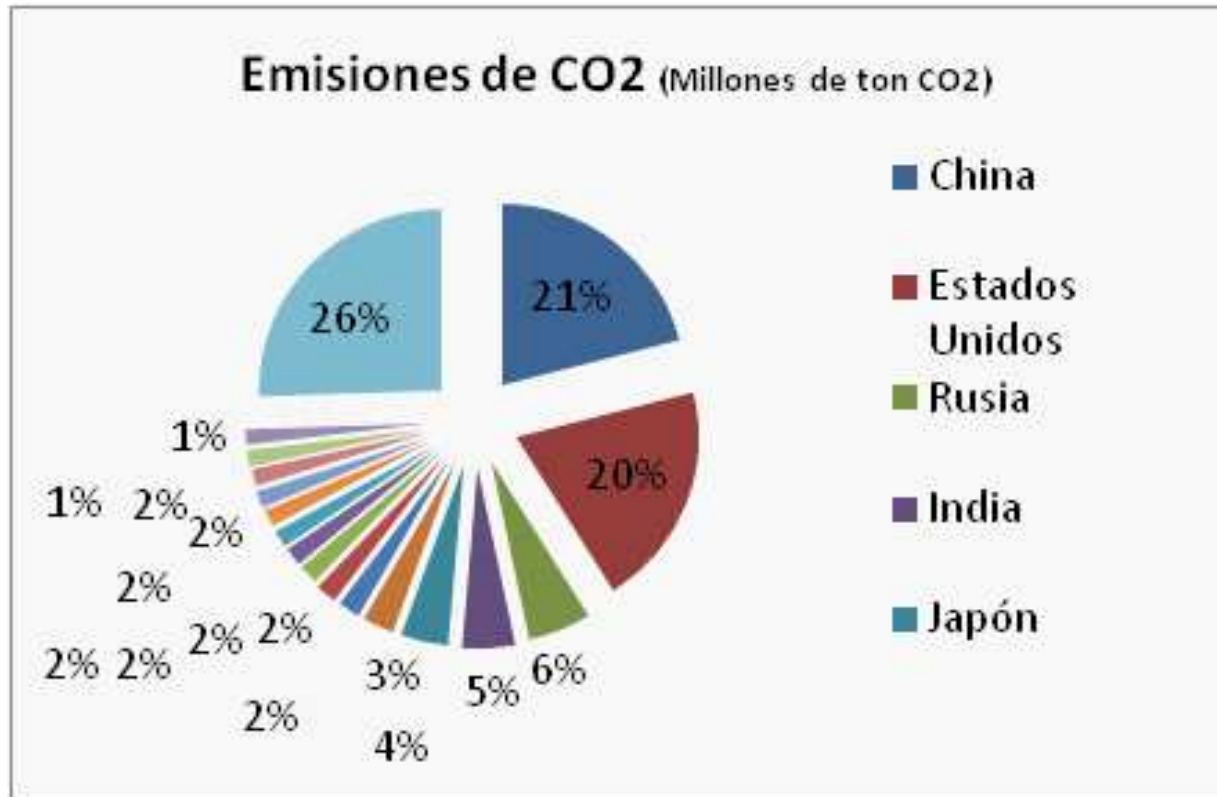


Figura 4. Tabla de emisiones de CO<sub>2</sub> por país. Fuente: World Carbon Emissions 2009

Como vimos anteriormente y como se muestra en la figura 4, la mayor parte de emisiones de gases de efecto invernadero es producida por los países con las economías más fuertes del mundo (China 21% de la emisión de CO<sub>2</sub> global, seguido Estados Unidos que emite 20%), ellos contribuyen en mayor grado a la emisión de GEI pero no son los que más recibirán los efectos del cambio climático pues tienen las bases tecnológicas y económicas para prevenirlas y mitigarlas hasta cierto punto.

El caso de los países de economías en desarrollo es distinto, estos no tienen los elementos necesarios para combatir estos efectos, no obstante sus desventajas geográficas incrementan la

propensión a desastres naturales que sin planes de acción tendrán desenlaces desafortunados. Estos países necesitan acceso a recursos que permitan un desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza e inequidad social, cuestión que sólo se podrá lograr con la ayuda de los países desarrollados y con la transferencia de tecnología para proyectos de beneficio mutuo.

Para garantizar la mitigación de los efectos del cambio climático es necesario plantear políticas basadas en todos los sectores económicos que además de ser integrales, deben relacionarse o estar sintonizados con los recursos y características de los países.

Los puntos clave para los países en vías de industrialización son que por su misma condición de falta de tecnología pueden ser más fácilmente encaminados a utilizar las energías limpias desde su inicio, caso contrario a los países desarrollados cuya economía descansa en industrias firmemente asentadas en el uso de combustibles fósiles y de técnicas que dañan al ambiente. Si nos preguntamos cómo afectan estos hechos los mercados financieros, la respuesta es simple por un lado la falta de alimentos, agua y energía ocasiona especulaciones en precios y poca seguridad en estos elementos, por otro lado las consecuencias del cambio climático y sus manifestaciones en forma de desastres naturales ocasionarían costos de seguros elevados.

Según el reporte Stern (2006) sobre Economía del Cambio Climático la reducción de emisiones costará alrededor de 1% del PIB global anual para el año 2050, lo que debemos hacer entonces es proponer soluciones que reduzcan estos montos.

Para corregir estos elevados precios el sector privado juega un papel fundamental en la estabilización de GEI ya que está enfocado o es el que más se enfoca al desarrollo de tecnologías basadas en otras fuentes alternativas a los combustibles fósiles.

## 1.5 Conclusiones

El desarrollo de políticas que incentiven la creación e innovación de nuevas tecnologías derivará en efectos positivos tanto al medio ambiente como financieros. El reto es el de tener tecnologías eficientes y baratas que aporten los mismos beneficios que los combustibles fósiles, así como de abrir un mercado de productos que utilicen estas nuevas formas de energía.

Las dificultades a las que nos enfrentaremos serán la necesidad de tener estas innovaciones tecnológicas a escalas suficientemente grandes para que sean rentables en comparación a las de los hidrocarburos.

Cambiar un mundo regido por hidrocarburos a nuevas fuentes de energía es también un rol que el gobierno debe asumir, en este caso políticas de aplicación de impuestos para industrias contaminantes es una opción que además de responsabilizar a las industrias por el daño al medio que ocasionan podría ser un punto de atracción a inversionistas que desarrollen energías poco contaminantes.

Algunos países desarrollados en Europa y América del Norte están teniendo conciencia de la importancia de cuidar el ambiente y de que es con la utilización de energías renovables con que más se puede contribuir, es por esta razón que se pagan cuotas más altas en la electricidad que se genera de estas fuentes, sin embargo es importante señalar que estos países tienen una calidad de vida mejor que la de los países en vías de desarrollo, de esta afirmación podemos añadir que no obstante la innovación tecnológica es la piedra angular para la mitigación, los precios en los combustibles no pueden ser cubiertos por consumidores en países no industrializados ya que no se poseen los recursos para enfrentar los altos precios que las nuevas tecnologías representan.

Se necesitaría un periodo de estabilización para introducir a estos países energías ya probadas cuyos precios sean razonables.

Es conveniente también considerar las políticas de ahorro de energía, pues estas involucran ahorros monetarios; el uso de ciclos combinados y de sistemas de cogeneración, por el incremento

de eficiencia que la implantación de este tipo de sistemas significa.

Los precios en los mercados de carbón, las políticas de incentivo de tecnologías alternativas son requisitos para la reducción de emisiones.

El éxito radica en la adaptación y la flexibilidad y dinamismo en la creación de políticas.