



**Universidad Nacional Autónoma de México**

---

**Facultad de Economía**

**DESARROLLO DE INSTRUMENTOS FINANCIEROS PARA  
PROMOVER LA SUSTENTABILIDAD Y COMBATIR EL  
CAMBIO CLIMÁTICO**

**T E S I S**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADA EN ECONOMÍA**

**P R E S E N T A**

**Ma. de Montserrat Caso Alvarez**

**Asesor: Rosa María García Torres**

**Ciudad Universitaria, CDMX**

**noviembre 2016**



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.

Con todo el amor para mi familia, quienes siempre han sido  
mi respaldo y guía para lograr cada una de mis metas.  
Los amo.

Para mis papitos, quienes son y han sido mis mejores  
maestros en la vida, dándome su incondicional apoyo en  
cada uno de mis pasos.

Para la mitad de mi corazón y mi gordo, no se qué sería de  
mi vida sin ustedes. Gracias por cuidarme tanto y  
permitirme crecer a su lado.

Con mucho cariño para mi mitad, quien nunca me ha  
soltado de la mano, siempre cumpliendo metas juntas. Te  
amo hermosa.

A mi coso, por siempre estar apoyándome y buscando que  
sea siempre un mejor ser humano.

Te amo.

A mis profesores quienes me dejaron una gran huella en mi  
corazón, les agradezco la pasión con la que enseñan y  
transmiten sus conocimientos.

*“El éxito se logra rompiéndote la madre...de otra manera serías  
un suertudo, no una persona exitosa”*

*Odin Dupeyron*

# INTRODUCCIÓN

Hoy día, el abastecimiento de la energía y la mitigación del Cambio Climático (CC), a través de la disminución en las emisiones de CO<sub>2</sub> (Dióxido de carbono); se han convertido en un elemento fundamental para el crecimiento y desarrollo de las economías industrializadas y en transición ya que, en un marco global, se depende de la eficiencia en el uso de los energéticos para estabilizar las concentraciones atmosféricas y las temperaturas de la superficie terrestre, para garantizar un futuro para el desarrollo y crecimiento de las economías.

Resulta imposible que el crecimiento económico por sí solo, sea lo suficientemente rápido o equitativo para contrarrestar las amenazas derivadas del CC, en particular si continúa el elevado nivel de intensidad de emisiones de CO<sub>2</sub> y se acelera el calentamiento mundial.

En este contexto, el mundo ha tenido que adaptarse a los nuevos requerimientos; el poder comprender e identificar qué es el CC y cómo afecta a la sociedad desde un punto de vista económico, social y ambiental; nos darán la pauta para analizar las respuestas que se están generando para hacerle frente, ya que, si bien hoy ya vivimos bajo las consecuencias del mismo, a muy largo plazo, estas serán una de las posibilidades que podrán salvar nuestro futuro.

Una de las alternativas que se han implementado recientemente, la podemos encontrar dentro de los mercados financieros que pueden ayudar en las medidas de adaptación, reduciendo los costos del CC.

Primero, promoviendo las estrategias de mitigación de su impacto, es decir, las medidas tomadas para reducir las emisiones y la asignación de capital al desarrollo de tecnologías menos contaminantes y a industrias que usan estas tecnologías.

Segundo, los mercados financieros pueden reducir los costos de las medidas de adaptación, es decir, las medidas adoptadas por las economías ante el CC, al reasignar capital a nuevas regiones y sectores productivos y proporcionar cobertura frente a riesgos climáticos.

Por tanto, describir las necesidades generadoras de instrumentos financieros para la mitigación, adaptación y compensación del CC derivados sobre el riesgo climático; nos hará ver cómo es que los negocios están entrando en un periodo de transformación e incertidumbre, donde ganadores y perdedores estarán delimitados según su habilidad de supervivencia y éxito en un mundo obligado a regirse por los alcances de la eficiencia energética y los mercados de carbono.

Hacer que el desarrollo y crecimiento sea más sostenible mediante nuevas alternativas, puede hacer una importante contribución a la mitigación del CC.

La implementación de las medidas destinadas a combatir el CC debe considerarse un proceso adicional a la planificación en diversas etapas, de acuerdo con las condiciones y recursos disponibles.

Por ello es importante gestionar tanto con el gobierno como con el sector privado, el flujo hacia las ciudades, de recursos financieros y técnicos que permitan planificar las respuestas que se han ido desarrollando para combatir el CC.

La evidencia de la influencia del hombre en los altos niveles de concentración de CO<sub>2</sub> en el planeta condujo a que, en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CNUCC) de Cancún en 2010, todos los países aceptaran un límite máximo para la temperatura media global. Apoyada por el Grupo Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático (IPCC en sus siglas inglesas), las organizaciones ecologistas y múltiples economistas, el consenso estableció que, si la temperatura global del planeta supera en más de 2 °C<sup>1</sup> la temperatura de la era preindustrial, es más que probable que veamos consecuencias catastróficas.

Se trata de un objetivo que integra la evidencia científica, los intereses económicos y las necesidades de los que establecen las políticas climáticas. 2 °C es un objetivo simbólico; es el nivel de riesgo que hoy en día, se ha constituido como el límite máximo en los informes del IPCC.

---

<sup>1</sup> El cambio en la temperatura superficial global en relación con las temperaturas promedio de 1951-1980 ha sido de 0.87 ° C (media anual 2015).  
<[www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)>

Por tanto, el desafío del clima brinda la oportunidad de cambiar nuestro modelo de desarrollo hacia un desarrollo resiliente y bajo en carbono.

Mantener las temperaturas globales a 2°C por encima de los niveles preindustriales, requerirá una transformación en los procesos de producción y de consumo en todos los países. Esta transformación debe involucrar un cambio impulsado por los países hacia políticas y tecnologías que catalicen nuevas inversiones e inserten el CC en los sistemas existentes.

Llevar a cabo investigaciones en base en un tema al que se le ha dado poca importancia, nos dará las bases para poder entenderlo y saber las consecuencias que estas medidas traerán para la mitigación del CC, a través de una descripción y evaluación de los principales instrumentos financieros desarrollados en pro del medio ambiente, como una alternativa más para el desarrollo y crecimiento de economías sustentables.

El capítulo 1 explica la relación que existe entre la economía, la sociedad y el medio ambiente. De igual forma, presenta una perspectiva general del concepto de Cambio Climático y sus implicaciones en cada una de las esferas que compone el Trilema Energético.

El capítulo 2 expone la importancia de los Escenarios Climáticos para poder medir el Riesgo clima y el desarrollo de Derivados Climáticos.

El capítulo 3 desarrolla una perspectiva específica del Financiamiento Climático, cómo se obtiene, cómo mitiga las emisiones de CO<sub>2</sub> y finalmente los resultados que se han obtenido a partir de la implementación del mismo por medio de los mercados financieros.

Finalmente se presentan las conclusiones finales del trabajo de investigación.

## **OBJETIVO GENERAL**

Valorar los instrumentos financieros que se han desarrollado como respuesta para la mitigación del cambio climático en los últimos años, para poder ampliar las alternativas de un crecimiento y desarrollo sustentable.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

1. Identificar qué es el Cambio Climático y cómo afecta a la sociedad desde un punto de vista económico, social y ambiental y describir las necesidades generadoras de instrumentos financieros para la mitigación del cambio climático
2. Describir cada uno de los instrumentos financieros que se han creado y explicar cómo funcionan para mitigar y compensar el Cambio Climático.
3. Evaluar los instrumentos financieros desarrollados en pro del cambio climático.

## **HIPÓTESIS**

Una de las respuestas para combatir el Cambio Climático se ha venido desarrollando en los últimos años, asignando un papel en pro del medio ambiente a los mercados financieros, gracias al implemento de mecanismos enfocados a mitigar, adaptar y compensar los efectos del Cambio Climático.

Hoy día, el abastecimiento de la energía y la mitigación del Cambio Climático, se ha convertido en un elemento fundamental para el crecimiento y desarrollo de las economías industrializadas y en transición ya que, en un marco global, se depende de la eficiencia en el uso de los energéticos para estabilizar las concentraciones atmosféricas y las temperaturas de la superficie terrestre, garantizando un futuro para el desarrollo y crecimiento de las economías. Es así como la implementación de los mecanismos financieros ayuda a contrarrestar los efectos del Cambio Climático al disminuir las emisiones de GEI's.

# Índice

Introducción	
Objetivos e Hipótesis	
Capítulo 1. Trilema Energético.....	1
a) Dominio Económico	
b) Dominio Social	
c) Dominio Ecológico	
1.1 Cambio Climático.....	8
1.1.1 Mitigación.....	14
1.1.2 Adaptación.....	14
1.1.3 Compensación .....	15
1.2 Escenarios Climatológicos .....	18
a) Modelo Climáticos o de Circulación General	
b) Escenarios de Emisiones	
c) Tendencias climáticas	
d) Modelación mediante programas de computación	
Capítulo 2. Riesgo Clima .....	23
2.1 Financiamiento Climático.....	48
2.1.1 Mercado Regulado	
2.1.1.1 Comercio de Emisiones/ Mercado de Carbono	
2.1.1.2 Implementación	
2.1.1.3 Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)	
2.1.1.3.1 CERS .....	90
2.1.1.3.2 AAUs.....	90
2.1.1.3.3 ERUs .....	90
2.1.1.3.4 RMUs .....	90
2.1.1.3.5 EUA .....	91
Capítulo 3. Sistema Cap and Trade	
3.1 Funcionamiento de un Sistema Cap and Trade	96
3.2 Elementos clave del diseño.....	97
3.2.1 Definición del límite	97
3.2.2 Criterios de distribución de los permisos (allowances).....	98
3.3 EU ETS .....	103
3.3.1 Desarrollo por fases.....	104
Conclusiones.....	109
Bibliografía.....	110
Anexos.....	118
Terminología.....	121

# Índice de cuadros y gráficos

• Figuras	
Figura 1. Trilema Energético.....	4
Figura 2. Las Tres Dimensiones.....	5
Figura 3. Gestión del riesgo de desastres para apoyar la reducción del riesgo de desastres, abordar el Cambio Climático y fomentar el desarrollo sostenible. ....	31
Figura 4. Derivados climáticos / Weather Derivatives .....	44
Figura 5. Flujos Existentes de Financiamiento para Cambio Climático.....	81
Figura 6. Mecanismos Flexibles.....	85
Figura 7. Sistema Cap and Trade.....	99
Figura 8. Determinación del precio de los derechos de emisiones en el mercado.....	100
Figura 9. Sistemas Cap and Trade en el Mundo.....	102
• Gráficos	
Gráfico 1. Pérdidas mundiales a causa de desastres entre 1980 y 2012 (MDD). ....	26
Gráfico 2. Contribución de cada amenaza a las PAE globales.....	33
Gráfico 3. Proyección de Demanda Energética.....	50
Gráfico 4. Capacidad Global Acumulada Instalada de Energía Renovable .....	53
Gráfico 5. Inversión mundial nueva en energía renovable por tecnología, países desarrollados y en desarrollo 2014. (Billones USD).....	56
Gráfico 6. Flujos de Inversión (Billones USD).....	61
Gráfico 7. Promedio USD barril petróleo crudo 2000-2015p.....	65
Gráfico 8. Inversión mundial en energía y combustibles renovables, por región, 2004-2014.....	68
Gráfico 9. Evolución Histórica de la intensidad Energética primaria en el mundo y su relación con el crecimiento de la energía y del PIB (Índice 1990=100).....	73
Gráfico 10. Las emisiones de la AEI por la combustión de combustibles fósiles, y el ahorro de emisiones de las inversiones en eficiencia energética, 1990-214. GtCO <sub>2</sub> .....	75
Gráfico 11. UE-28 más Islandia emisiones de GEI.....	106
Gráfico 12. Evoluciones mundiales de GEI (2000-2013) GtCO <sub>2</sub> .....	107

# Capítulo 1

## TRILEMA ENERGÉTICO

*“No hemos heredado la Tierra de nuestros  
ancestros; la hemos tomado prestada de  
nuestros hijos”*

*Anónimo*

A lo largo de los años se ha escuchado hablar mucho acerca de los hielos eternos de los volcanes principales del D.F.; el Popocatepetl, el Iztaccíhuatl y el Pico de Orizaba. Aquellos paisajes donde el blanco de la nieve reflejaba intensamente los rayos del Sol, el frío era permanente y el silencio sólo era interrumpido por el viento; han ido desapareciendo con el paso de los años.

Seguramente como consecuencia del ritmo de la vida cotidiana, percibir los cambios que deberían resultar ser muy notorios a la vista, pueden no percatarse, sin embargo; observar detenidamente por un momento el panorama, los cambios en el paisaje serán notorios.

El CC demostró que los hielos que se creyeron serían eternos, no lo son. Los glaciares son recursos naturales frágiles; que, al perderse, modifican los ecosistemas, causando graves consecuencias tanto a nivel ecológico, social como económico.

¿Qué se ha hecho al respecto? Debido a los cambios que se han generado a partir de la aceleración del CC provocado por la actividad humana, no solo en nuestro país sino en todo el mundo; surge la palabra sustentabilidad a causa de la necesidad de estudiar y delimitar el impacto que tienen las actividades humanas sobre el medio ambiente.

Desde un punto de vista sustentable es más fácil visualizar los elementos del desarrollo humano, que deben ser considerados de manera conjunta para la puesta en marcha de acciones que tengan como objetivo el bien de una sociedad en el espacio que habitan y su interacción con el entorno.

El término desarrollo sustentable se aplica al desarrollo socio-económico y fue formalizado por primera vez en el documento conocido como “Informe Brundtland” o “Nuestro Futuro Común/ *Our Common Future*”<sup>2</sup> en el que se elimina la confrontación entre desarrollo y sostenibilidad.

¿Qué es el desarrollo sustentable? El desarrollo sustentable ha sido definido de varias formas, pero en este caso usaremos la que nos proporcionó la Comisión Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático/ United Nations Framework Convention on Climate Change (CMNUCC/UNFCCC)<sup>3</sup>:

***“El desarrollo sustentable es un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades”***<sup>4</sup>

El desarrollo sustentable implica pasar de un desarrollo pensado en términos cuantitativos (basado en el crecimiento económico) a uno de tipo cualitativo, donde se establecen estrechas vinculaciones entre aspectos económicos, sociales y ambientales, en un renovado marco institucional, capaz de aprovechar las oportunidades que busque avanzar simultáneamente en estos tres ámbitos, sin que el avance de uno signifique el deterioro de otro.

Estos procesos no sólo tienen que ver con conservar la vida y los espacios silvestres, sino además y con la misma importancia, con salvaguardar el futuro de la humanidad: nuestro bienestar, nuestra economía, nuestra seguridad alimentaria, nuestra estabilidad social y nuestra propia supervivencia.

---

<sup>2</sup> Presentado en 1987 por la Comisión Mundial Para el Medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU, encabeza por la doctora noruega Gro Harlem Brundtland.  
<[www.cambioclimatico.org](http://www.cambioclimatico.org)>

<sup>3</sup> “La CMNUCC fija el objetivo de estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero (a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático). Se declara asimismo que ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible”.  
<[www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)>

World Meteorological Organization:  
<[www.contraelcambioclimatico.com](http://www.contraelcambioclimatico.com)>

<sup>4</sup> “Informe Brundtland” o “Nuestro Futuro Común” 1987 CMNUCC  
<[www.upv.es](http://www.upv.es)>

En el Documento Final de la Cumbre Mundial de 2005<sup>5</sup>, se refieren a los tres componentes del desarrollo sustentable (desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente) como **“Pilares Interdependientes que se refuerzan mutuamente”**<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> “La Cumbre Mundial de 2005 se llevó a cabo entre el 14 y el 16 de septiembre en la sede de la ONU en Nueva York y representó una oportunidad única para que los más importantes líderes mundiales lograran un acuerdo e hicieran los compromisos necesarios para que la Organización pudiera dar respuesta a los desafíos que plantea el siglo XXI y seguir cooperando, hoy como ayer, en pos del bienestar de la humanidad”.

Centro de Información Naciones Unidas para México, Cuba y República Dominicana

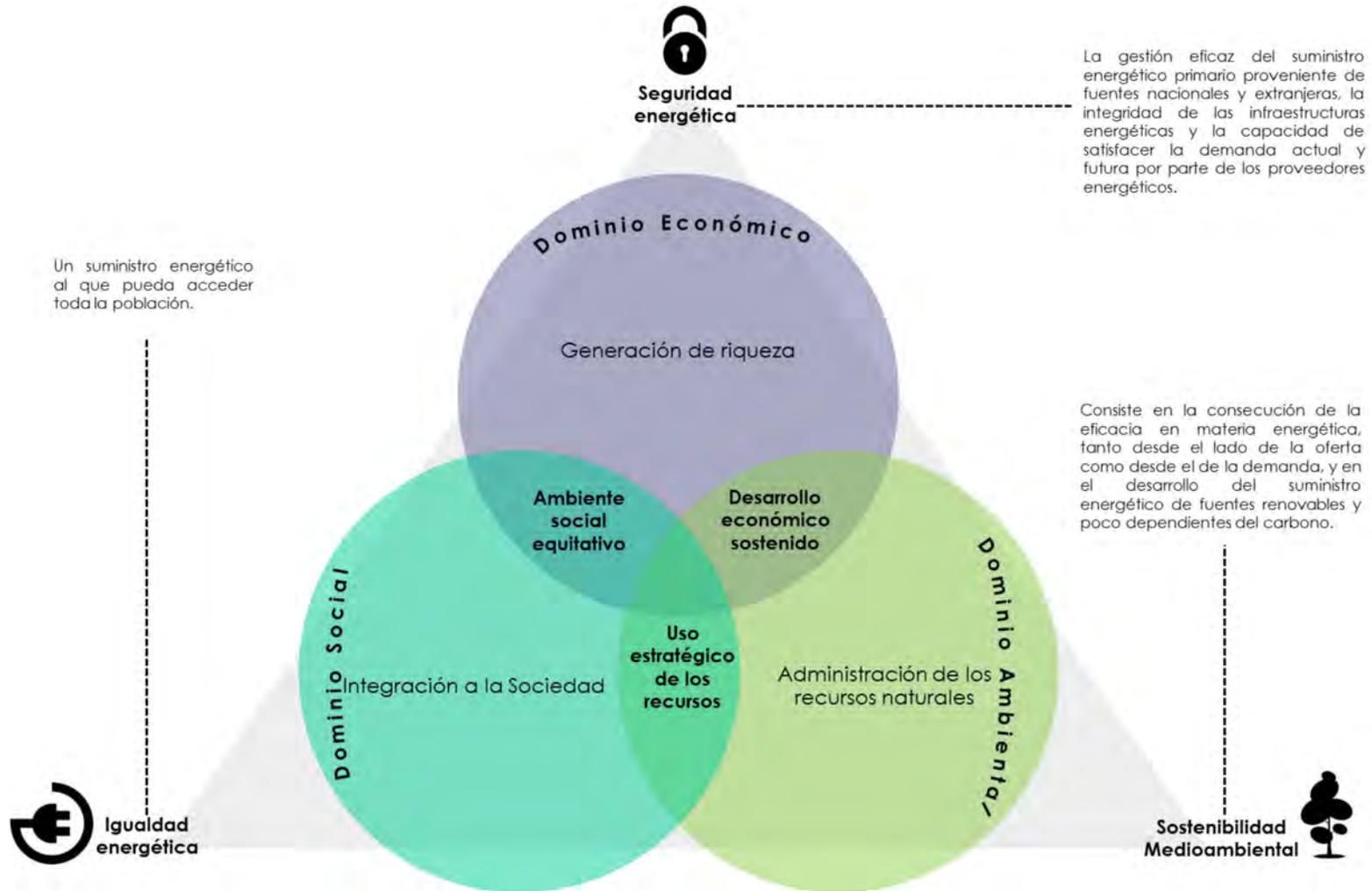
<[www.cinu.org.mx](http://www.cinu.org.mx)>

<sup>6</sup>Asamblea General Naciones Unidas 15 septiembre 2005 “Proyecto de resolución remitido por la Asamblea General, en su quincuagésimo noveno período de sesiones, a la Reunión Plenaria de Alto Nivel de la Asamblea General. Documento Final de la Cumbre Mundial 2005”

Centro de Información de las Naciones Unidas México, Cuba y República Dominicana.

<[www.cinu.org.mx](http://www.cinu.org.mx)>

Figura 1. TRILEMA ENERGÉTICO



Fuente: elaboración propia a partir del Consejo Mundial de la Energía

En la Figura 1 podemos observar, de forma más clara, la relación que guardan los tres componentes clave para que exista un desarrollo sustentable. La correlación entre cada una de sus partes busca generar en su conjunto, una economía equitativa en la cual el uso de los recursos de forma estratégica genera un desarrollo económico sustentable.

Para poder lograr el objetivo principal que es lograr un desarrollo y crecimiento sustentable; es necesario basarse en tres directrices que serán el marco de acción para obtener energía de una forma segura, asequible en pro del medio ambiente.

¿En qué consiste cada uno de los tres elementos principales para el desarrollo sustentable?

#### A) DOMINIO AMBIENTAL/ECOLÓGICO

Promueve la protección de los recursos naturales necesarios para la seguridad alimentaria y energética. Al mismo tiempo, asume los requerimientos de la expansión de la producción para satisfacer a las poblaciones en crecimiento demográfico.

#### B) DOMINIO SOCIAL

Resalta la importancia de las acciones que realiza la sociedad para con el ambiente. El origen de los problemas ambientales guarda una relación estrecha con las dinámicas de las sociedades desarrolladas y subdesarrolladas. No sólo amenazamos nuestra salud, prosperidad y bienestar, sino nuestro futuro.

#### C) DOMINIO ECONÓMICO

Busca un desarrollo económico sustentable creando una relación sostenible entre la dinámica económica y el medio ambiente sin modificar el modelo económico actual.

Figura 2

LAS TRES DIMENSIONES



Fuente: Informe del Planeta Vivo, 2014 WWF

Hoy día el desarrollo sustentable es el modelo de desarrollo que comprende que, precisamente, abarcando cada una de las dimensiones de la sustentabilidad, es donde radica de fondo y de largo plazo el éxito de los esfuerzos dirigidos hacia un crecimiento y desarrollo de la economía de forma tal que no exista una confrontación con la satisfacción de las necesidades de hoy con las futuras y que mejora las condiciones de vida de la sociedad en su conjunto.

Ante un escenario en el que, se busca del desarrollo de economías sustentables y que a su vez se pretende combatir el Cambio Climático a partir de las tres dimensiones principales, deben trabajarse tanto en forma individualizada como en su conjunto.

Es decir, no sólo hay que considerar la suma de las partes (el impacto acumulativo) sino también la interacción de las partes al interior del conjunto, debido a que cada una de las dimensiones está determinada por un conjunto de variables distintas que pueden repercutir en el resultado general.

Hablar del desarrollo sustentable podría compararse con el término del “holismo”<sup>7</sup>. El principio del holismo puede resumirse como **“el todo es más que la suma de sus partes”**, porque la esencia de los organismos biológicos y sociales no está en sus partes o miembros. El todo tiene propiedades que solo emergen cuando las partes se unen coherentemente, por lo que las relaciones entre las partes importan y si una de ellas cambia, el todo también lo hace.

---

<sup>7</sup> El holismo (del griego *ὅλος* [*hólos*]: "todo", "por entero", "totalidad") es una posición metodológica y epistemológica que postula cómo los sistemas (ya sean físicos, biológicos, sociales, económicos, mentales, lingüísticos, etc.) y sus propiedades, deben ser analizados en su conjunto y no solo a través de las partes que los componen. El holismo considera que el "todo" es un sistema más complejo que una simple suma de sus elementos constituyentes o, en otras palabras, que su naturaleza como ente no es derivable de sus elementos constituyentes. El holismo defiende el sinergismo entre las partes y no la individualidad de cada una. <[www.definicion.de](http://www.definicion.de)>

Este principio resulta ser un punto clave ya que al involucrar tanto la sociedad, la economía y el medio ambiente en un todo; incrementa la dificultad para poder entender y comprender la interacción que resulta de esta. Por lo cual esta correlación puede ser uno de los mayores retos a los que se enfrenta la sustentabilidad.

Retomando el concepto de sustentabilidad, se pueden apreciar dos ideas base que sustentan el mismo:

1. La necesidad de considerar a las generaciones presentes y futuras.
2. La limitación medioambiental, por el estado de la tecnología y la organización social en cada contexto histórico-geográfico.

Este tipo de desarrollo no busca producir más, sino sostener un nivel de producción por más tiempo, asegurando la cobertura de las necesidades de generaciones futuras.

El sistema de mercado aún no ha demostrado su capacidad para definir prioridades sociales y ambientales y asignar eficientemente los recursos a lo largo del tiempo debido a que la lógica de mercado no contó con el agotamiento progresivo de recursos naturales, ni con la posibilidad de la existencia de límites al crecimiento. A pesar de que parte del crecimiento mundial se ha logrado a costa de la riqueza natural (haciendo de la globalización un proceso "no sustentable"), hoy, en el contexto de la globalización, el mercado es un espacio potencial para solucionar problemas ambientales.



# 1.1 CAMBIO CLIMÁTICO

*“...hoy en día se piensa en éste como un estado cambiante de la atmósfera, mediante sus interacciones con el mar y el continente, en diversas escalas de tiempo y espacio”<sup>7</sup>*

La Economía considerada como una ciencia social, está condicionada por múltiples aspectos externos e internos, que la hace tener un comportamiento fluctuante. Esto quiere decir, que es vulnerable<sup>9</sup>; y más, si nos referimos a choques externos.

¿Pero qué es un choque externo? Cuando se habla de un choque externo, se hace alusión un evento que ocurre de forma inesperada del cual no podemos tener ningún control; ejemplo de ello es el Cambio Climático (CC). Un fenómeno que sumado a la variabilidad natural del clima influye negativamente a la sociedad y principalmente a la actividad económica lo cual se explicará más adelante; sin embargo, hay que tener en cuenta que éste tipo de fenómenos son de tal magnitud que resulta difícil cuantificar y predecir las consecuencias.

Tomando en cuenta lo anterior ¿Cómo podemos tener un desarrollo sustentable si nos enfrentamos a choques externos como lo es el CC?

En el mundo en el que vivimos, desde el punto de vista de la teoría económica, todo está íntimamente relacionado; es decir, que el mercado está determinado por el comportamiento de la oferta y la demanda, tanto el Medio Ambiente (oferta de recursos naturales, alimento y agua), la Sociedad (demandantes de recursos naturales, alimenticios y financieros) y

---

<sup>8</sup> Cambio Climático: una visión desde México; Martínez Julia, Fernández Bremauntz Adrian, Osnaya Patricia; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Instituto Nacional de Ecología, México 2004.

<sup>9</sup> En este contexto vulnerabilidad hace referencia a el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático, y en particular la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del Cambio Climático a que esté expuesto un sistema, y de su sensibilidad y capacidad de adaptación (IPCC, 2007).

la Economía (administración de recursos naturales y financieros) dependen unos de otros.

De tal forma que se hace alusión a un mercado de recursos naturales que son demandados por los consumidores y que, a su vez, son afectados por choques externos; en este caso estamos hablando del Cambio Climático.

¿Por qué se considera el Cambio Climático un choque externo? Aunque existe una explicación científica de las causas que originan el Cambio Climático, es decir, debidas a ciclos solares y a la relación que guarda el sol con la Tierra, entre las que se encuentran principalmente:

1. Los ciclos de Milankovitch<sup>10</sup> los cuales se basan en las variaciones de los movimientos de rotación y de traslación de la Tierra, que son: el grado de inclinación del eje de rotación, que cambia de 24° 30' a 21° 30' en un ciclo de 41, 000 años.
2. La variación en la excentricidad de la órbita que varía de ser más elíptica a casi circular en periodos de 100, 000 años.
3. El ciclo del movimiento de bamboleo o nutación<sup>11</sup> que tiene un periodo de 23,000 años.
4. El ciclo de manchas solares que se presenta con una periodicidad de 11 años con un ciclo conjunto cada 22 años.
5. El ciclo menos evidente y de menor repercusión, es el ciclo Gleissberg, el cual es ocasionado por el cambio en la relación de las distancias entre los planetas y el sol cuando los planetas jovianos (Júpiter, Saturno y Urano) se encuentran alineados al sol, este ciclo tiene una duración aproximada de 88 años.

---

10 Milutin Milankovitch fue un astrofísico serbio, profesor de mecánica en la Universidad de Belgrado, que dedicó su carrera a desarrollar una teoría matemática del clima. Infogeología  
<[www.infogeologia.wordpress.com](http://www.infogeologia.wordpress.com)>

11 Del latín "nutare", cabecear u oscilar, es un movimiento ligero irregular en el eje de rotación de objetos simétricos que giran sobre su eje. Ejemplos comunes son los giroscopios, los trompos y los planetas. Más exactamente, una nutación pura es el movimiento del eje de rotación que mantiene el primer ángulo de Euler (precesión) constante. Para el caso de la Tierra, la nutación es la oscilación periódica del polo de la Tierra alrededor de su posición media en la esfera celeste, debido a las fuerzas externas de atracción gravitatoria entre la Luna y el Sol con la Tierra.  
<[www.astronomiaysuensenianza.blogspot.mx](http://www.astronomiaysuensenianza.blogspot.mx)>

6. Finalmente se presenta el Ciclo Bond, que se considera relacionado a la circulación termohalina<sup>12</sup> que rodea al planeta y que atempera<sup>13</sup> el clima, llevando agua caliente a lugares fríos y agua fría a lugares cálidos. Un ciclo de la circulación termohalina dura aproximadamente 1,500 años.<sup>14</sup>

En el clima existen fluctuaciones en escalas de días a siglos, que en algunos casos se ha podido explicar y en otros estamos lejos de saber las razones de las causas. Tal es el caso del Cambio Climático del último siglo. Un clima que se encuentra inestable, cambiante y que a pesar de la tecnología que existe hoy en día resulta difícil de predecir y de medir la magnitud del fenómeno meteorológico en casos extremos; por tanto, se considera un choque externo.

Actualmente, sufrimos día a día las alteraciones del clima a corto plazo. Adaptarse al clima cambiante de los últimos años requiere estar preparado para las cuatro estaciones del año en un mismo día. Nos enfrentamos a olas de calor con frentes fríos y vientos extremos. Ese es el clima que hoy nos caracteriza y que nos acerca de forma subjetiva a lo que es el Cambio Climático.

Y a todo esto ¿Qué es el Cambio Climático? Para tener una primera idea sobre el concepto de El Cambio Climático, nos basaremos en la definición que nos concede el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.<sup>15</sup>

*"Por Cambio Climático se entiende 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 de tiempo comparables**".*

---

12 El término se refiere a la circulación o movimientos del agua cuando hay cambios de densidad producidos ya sea por cambios en temperatura y salinidad.  
<[www.cimar.ucr](http://www.cimar.ucr)>

13 "Moderar, disminuir la intensidad o el exceso de algo"  
<[www.es.thefreedictionary.com](http://www.es.thefreedictionary.com)>

14 Arreola Hernández J.F.; Causas Astronómicas del Cambio Climático; Vol. 1 No. 1, p. 62-67

<[www.servicios.enclb.ipn.mx](http://www.servicios.enclb.ipn.mx)>

15 Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)

<[www.inecc.gob.mx](http://www.inecc.gob.mx)>

Por tanto, este fenómeno se manifiesta en un aumento de la temperatura promedio del planeta, directamente vinculada con el aumento en la concentración de Gases de Efecto Invernadero <sup>16</sup> (GEI), es decir; la acumulación de estos gases en la atmósfera potencia un efecto que existe naturalmente denominado **“efecto invernadero”**.<sup>17</sup>

La potenciación del efecto invernadero deriva en el incremento de la temperatura media superficial del planeta, hecho conocido como **“calentamiento global”**.<sup>18</sup> Dicho fenómeno se produce de manera diferencial a lo largo del planeta y deriva en la alteración de otras variables, como el viento y la precipitación; originando lo que conocemos hoy como el fenómeno de **“Cambio Climático”**, el cual tiene impactos tanto en la esfera social, ambiental como la económica.

Fue hasta 1995 que un grupo de científicos reunidos en el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (PICC)<sup>19</sup> indicó que: **“El balance de las evidencias sugiere que hay una influencia humana discernible en el clima global”**.<sup>20</sup> De aquí surge la necesidad de explicar los cambios acelerados en el comportamiento del clima por influencia del hombre.

---

16 De acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC): "Por gases de efecto invernadero se entiende aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos (de origen humano), que absorben y reemiten radiación infrarroja" (Artículo 1 de la CMNUCC, 1992).

<[www.inecc.gob.mx](http://www.inecc.gob.mx)>

17 El efecto invernadero es un fenómeno por el cual los gases que se encuentran en la atmósfera retienen el calor emitido por la Tierra. Este calor proviene de la natural radiación solar, pero cuando rebota sobre la superficie terrestre queda atrapado por la barrera de gases. Al quedarse estos gases entre suelo y atmósfera, sin poder quedar liberados al espacio, el efecto producido a escala planetaria es muy similar al de un invernadero.

18 El Calentamiento Global es un aumento de la temperatura media de la superficie terrestre, considerado como un síntoma y una consecuencia del Cambio Climático.

19 Se creó en 1988 con la finalidad de proporcionar evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta.

Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático.

<[www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)>

20 <[www.inecc.gob.mx](http://www.inecc.gob.mx)>

Si bien, el Cambio Climático es un proceso que puede llegar a ser un tema relativamente nuevo debido a que no se habían llevado a cabo investigaciones acerca de los efectos que ha venido ocasionando y de igual forma los temas ambientales fueron ignorados o considerados secundarios al crecimiento económico y al desarrollo social del país; hay que tener presente que el deterioro ambiental es el resultado de un conjunto de miles de años, el cual ha sido acelerado por la actividad del hombre que amenaza el desarrollo actual y que hoy día estamos sufriendo y viviendo bajo las consecuencias del mismo.

Una de las principales causas de la alteración en la composición de la atmósfera son las relacionadas directa e indirectamente con la actividad humana ya que éstas provocan una aceleración en la emisión de GEI; causa por la cual el planeta al ser más lento en el proceso de absorción de la radiación solar, ocasiona una alteración en su temperatura del planeta. Ejemplo de ello son todas aquellas actividades relacionadas con la quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón) y el cambio de uso de suelo (deforestación).

La principal evidencia del Cambio Climático, es el aumento de la temperatura promedio de la atmósfera terrestre. Sin embargo, existen evidencias relacionadas con el aumento del nivel del mar, el deshielo de las capas de hielo en las zonas del ártico, la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos y algunos cambios en los ecosistemas.

Estudios recientes por parte del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), muestran que las temperaturas en la superficie se han elevado globalmente con importantes variaciones regionales.

Para el promedio global, el calentamiento en el último siglo ha ocurrido en dos fases:

- I. de la década de 1910 a la de 1940 (0.35°C)
- II. y más drásticamente de 1970 al presente (0.55°C).<sup>21</sup>

Esto nos demuestra una mayor brecha entre las temperaturas y una de las explicaciones del por qué en los últimos años se han registrado los años más calientes.

---

21 Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático  
<[www.inecc.gob.mx](http://www.inecc.gob.mx)>

Arriba de la superficie, las observaciones globales desde 1950 muestran que la tropósfera<sup>22</sup> se ha calentado ligeramente más que la superficie, mientras que la estratósfera<sup>23</sup> se ha enfriado desde 1979. Esto confirma que el calentamiento global proviene del aumento de la temperatura en los océanos, aumentando el nivel del mar, el derretimiento de los glaciares y la disminución de la capa de hielo en el Hemisferio Norte.

Al encontrarnos en una realidad en la que se está enfrentando por “primera vez” a problemas y realidades de índole ecológicos desde una perspectiva económica, social y global; es fácil percatarnos de que es imposible hacer una abstracción de las disparidades que existen dentro de éste. Ejemplo de ello es como algunos países consumen energéticos y contaminan mucho más que otros; sin embargo, los efectos se distribuyen homogéneamente.

La cuestión de cómo hacer frente a los desafíos ecológicos, por lo tanto, tiene que estar vinculada a la cuestión de ¿cómo lograr una distribución más justa de las oportunidades económicas que existen para desafiar esta problemática? ¿Qué se ha hecho al respecto?

Tanto a escala nacional como internacional, existen tres ejes de acción para hacer frente y contrarrestar el CC:

- I. Mitigación:  
Reducir las emisiones.
- II. Adaptación:  
Medidas que permitan a las personas y a las comunidades hacer frente a los efectos del cambio climático.
- III. Compensación:  
Habilidad de un sistema para ajustarse al CC (incluida la variabilidad del clima y sus extremos) para moderar daños posibles, aprovecharse de oportunidades o enfrentarse a las consecuencias.<sup>24</sup>

---

22 Arriba de los 10 km.

23 De los 10 a los 30 km.

24 Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)

<[www.inecc.gob.mx](http://www.inecc.gob.mx)>

### 1.1.1 MITIGACIÓN

La mitigación es definida por las Naciones Unidas como:

***“La reducción de las emisiones”***

La mitigación guarda relación con las políticas y medidas destinadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI's). Las medidas pueden incluir la reducción de la demanda de bienes y servicios que provocan grandes emisiones, el impulso al aumento de la eficiencia y un mayor uso de tecnologías de bajas emisiones de carbono y de energías renovables.<sup>25</sup>

Tanto los países desarrollados como los países en desarrollo tienen que adoptar medidas de mitigación (medibles, comunicables y verificables).<sup>26</sup>

### 1.1.2 ADAPTACIÓN

Mientras que la mitigación se ocupa de las causas del cambio climático, la adaptación se centra en sus efectos.

***“La adaptación se refiere a la adopción de políticas y prácticas para preparar condiciones para hacer frente a los efectos del Cambio Climático”.***<sup>27</sup>

La necesidad de adaptación surge cuando los riesgos previstos o el impacto del Cambio Climático requieren medidas para garantizar la seguridad de las poblaciones y la seguridad de los activos, incluidos los ecosistemas y sus servicios.

---

25 United Nations / Naciones Unidas <[www.un.org](http://www.un.org)>

26 Portal de la Labor del Sistema de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático <[www.un.org](http://www.un.org)>

27 <[www.un.org](http://www.un.org)>

De igual forma se puede definir como **“el ajuste de los sistemas naturales o humanos en respuesta a estímulos climáticos reales o esperados, o a sus efectos, que atenúa los efectos perjudiciales o explota las oportunidades beneficiosas”**.<sup>28</sup>

Hay que destacar que la existencia de retrasos en las medidas de adaptación; equivale, en el largo plazo, a un incremento de los costos y una mayor proporción de peligros para la sociedad en su conjunto.

### 1.1.3. COMPENSACIÓN

“La compensación es el acto y el resultado de compensar. Este verbo alude a otorgar algo a modo de resarcimiento de un perjuicio o a igualar, en sentido contrario, el efecto de un elemento con el efecto de otro elemento diferente<sup>29</sup>.”

Compensar el CC, ayuda a contrarrestar los efectos que ya existen como consecuencia del CC. Es una respuesta en la que se reducen los efectos ocasionados por el incremento en la intensificación de los fenómenos naturales y el incremento de la temperatura.

Ésta, es la pauta para que sea una última llamada de atención para que se reaccione, y en el que el mundo entero haga conciencia de lo que podría implicar el actuar o no ante un fenómeno natural que está siendo acelerado por sus propias acciones; y que, pese a ello, pueda disminuir sus efectos negativos a partir de las mismas acciones del ser humano, siempre buscando un mejor futuro.

Después de haber revisado las posibles consecuencias del CC, es muy razonable preguntar: ¿Por qué no se actuó antes para evitar este problema? ¿Por qué los países no tomaron medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a tiempo? ¿Cómo se puede contribuir en el día a día para enfrentar este problema?

---

28 IPCC, 2007

29 <[www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)>

Al ser un problema global con responsables y afectados en todo el mundo, la solución requiere una acción integral. Ésta deberá incluir compromisos internacionales, sobre todo de los países que tienen las mayores emisiones de GEI y los recursos económicos para apoyar las medidas de mitigación y adaptación puesto que es una realidad y a pesar de que no podemos volver el tiempo atrás, si podemos actuar en pro del medio ambiente.

Se requiere de acciones al interior de los gobiernos en cada país e, indudablemente, una participación activa de la sociedad adoptando acciones que se traduzcan en una reducción neta de emisiones, sin que ello signifique alterar la calidad de vida.

Debemos considerar que, aunque el CC es y debe considerarse un problema global, existe una fuerte discusión sobre quiénes deben aportar los recursos necesarios para hacerle frente. Se argumenta, con justa razón, que no todos los países han contribuido de igual manera a causarlo y, por lo tanto, aquéllos que en el transcurso del tiempo han contribuido más en términos de GEI's, deberían tener mayor responsabilidad en solventar el costo de las acciones contra el CC.

En este mismo sentido, también es lógico plantear que los países que tienen mayor capacidad económica podrían contribuir con una mayor cantidad de recursos.

Pero esto no se trata de ver quiénes son culpables o no, al final de cuentas lo que realmente interesa es combatir el Cambio Climático ya que a pesar de que algunos países contribuyeron más que otros en la alteración del sistema climático<sup>30</sup>; las consecuencias son homogéneas.

---

30 El sistema climático es un sistema altamente complejo integrado por cinco grandes componentes: la atmósfera, la hidrosfera, la criósfera, la superficie terrestre y la biosfera, y las interacciones entre ellos. El sistema climático evoluciona con el tiempo bajo la influencia de su propia dinámica interna y debido a forzamientos externos como las erupciones volcánicas, las variaciones solares y los forzamientos inducidos por el ser humano, como los cambios en la composición de la atmósfera y los cambios en el uso de la tierra.

<[www.lenntech.es](http://www.lenntech.es)>

Si no actuamos pronto, estaremos en graves problemas en el futuro. Hasta donde sabemos, no hay otro planeta con una atmósfera y condiciones similares al nuestro, al cual pudiéramos mudarnos en caso de que nuestro planeta Tierra se deteriore más. Por ello y porque es donde vivimos, debemos tomar conciencia de que la responsabilidad de la salud de nuestro planeta es de todos, sin importar la edad, la nacionalidad o la posición económica.

El reto del futuro es transformar esta prioridad en acciones concretas, por ello la importancia de poder identificar y comprender cada uno de los ejes de acción que existen para poder cumplir el principal objetivo que es combatir el Cambio Climático.

Para poder implementar medidas ya sea para mitigar, adaptar o compensar los efectos del Cambio Climático, resulta necesario contar con recursos suficientes para financiarlas. Debemos, por tanto, saber ¿Cómo se pueden financiar? ¿Quién las financia? para que de esta manera podamos enfocarnos en contribuir a la causa en busca de un desarrollo sustentable para tener crecimiento económico, mejorar las condiciones de vida y conservar y preservar el medio ambiente.



# 1.2 ESCENARIOS CLIMATOLÓGICOS

*“La planificación a largo plazo no es pensar en decisiones futuras, sino en el futuro de las decisiones presentes”*

*Peter Drucker*

Para responder adecuadamente a las amenazas generadas por el CC, necesitamos conocer cuáles serán realmente los cambios que se generarán en el clima, y a qué horizonte temporal y espacial. Este desafío científico se ha enfrentado mediante la creación de escenarios climáticos.

Las emisiones futuras de GEI's son el producto de muy complejos sistemas dinámicos, determinado por fuerzas tales como el crecimiento demográfico, el desarrollo socioeconómico o el cambio tecnológico. Su evolución futura es muy incierta. Por ello, es necesario desarrollar escenarios los cuales serán imágenes alternativas de lo que podría acontecer en el futuro, y constituyen un instrumento apropiado para analizar de qué manera influirán las fuerzas determinantes en las emisiones futuras; de forma que se pueda evaluar el margen de incertidumbre de dicho análisis y, por lo tanto, ser utilizada para abordar los impactos potencialmente adversos del Cambio Climático de una manera que promocióne el desarrollo bajo en emisiones y adaptado al clima.

Para elaborar proyecciones sobre el impacto de las perturbaciones antropógenas del sistema climático es necesario calcular los efectos de todos los procesos clave que intervienen en dichos componentes del sistema climático y las interacciones correspondientes.

Estos procesos climáticos se pueden representar en términos matemáticos basados en leyes físicas, como la conservación de la masa, la conservación del momento y la conservación de la energía.

Ahora bien, la complejidad del sistema hace que, en la práctica, los cálculos con esas ecuaciones matemáticas sólo se puedan realizar mediante computadora. Por consiguiente, la formulación matemática se realiza en un programa informático, al que se denomina **“modelo”**.

Cuando el modelo contiene los componentes del sistema climático que bastan para simular el clima se lo denomina **“modelo climático”**.

Los modelos del sistema climático son fundamentalmente diferentes de los modelos puramente estadísticos empleados en algunas ciencias sociales, que se basan sólo en correlaciones empíricas y no se apoyan en un conjunto de leyes físicas.

Existen métodos múltiples para producir escenarios probables. Los países realizan, diferentes aproximaciones de escenarios en base al Cambio Climático. No obstante, no hay un método único para la generación de estos escenarios y pronosticar el clima futuro de una región no está exento de desafíos. La mayor parte de estos métodos depende de la capacidad técnica y científica de cada país.

Un concepto importante para la modelización del clima es el de jerarquía de modelos de diferentes niveles de complejidad, dimensionalidad y resolución espacial,<sup>31</sup> cada uno de los cuales puede ser el óptimo para resolver las diversas cuestiones objeto de estudio.

No tiene sentido decir que un nivel es mejor que otro sin tener en cuenta el contexto del análisis. Idealmente, se trata de conseguir un equilibrio, en el que cada componente del clima esté representado con el nivel de detalle apropiado.

Los modelos informáticos del cambio climático más generales que utiliza el IPCC son los MCGAO<sup>32</sup>, que resuelven las ecuaciones de la atmósfera y los océanos aproximadamente mediante el desglose de sus dominios en rejillas volumétricas, o cajas, a cada una de las cuales se le asigna un valor promedio para propiedades como velocidad, temperatura, humedad (de la atmósfera) y salinidad (de los océanos). El tamaño de la caja es la resolución espacial del modelo. Cuanto más pequeña es la caja, tanto más alta es la resolución.

---

<sup>31</sup> Es una medida del nivel de detalle que puede verse en una imagen. Es el tamaño en terreno del mínimo objeto reconocible que puede detectar el sensor. Define el tamaño del píxel, que es la distancia correspondiente al tamaño de la mínima unidad de información en la imagen.

<[www.etisig.catamarca](http://www.etisig.catamarca)>

<sup>32</sup> Méthodes de désagrégation appliquées aux Modèles du Climat Global Atmosphère-Océan/ Métodos de desintegración aplicados a los modelos climáticos globales Atmósfera-Océano

<[www.erudit.org](http://www.erudit.org)>

En la práctica, los condicionantes de la computación no permiten que los modelos de resolución lo suficientemente alta resuelvan los procesos micro-escalares importantes.

Entre los fenómenos que ocurren a escalas más pequeñas que las de los MCG de resolución más alta, procesos que es necesario incluir en los modelos, se encuentran, por citar unos pocos: la formación de las nubes y su interacción con la radiación atmosférica; la dinámica de los aerosoles de sulfato y la dispersión de la luz; los penachos oceánicos y las capas límite; los remolinos turbulentos a escala de sub-rejilla que se producen en la atmósfera y los océanos; los intercambios de masa, energía y momento entre la atmósfera y la biosfera; el crecimiento, la descomposición y las interacciones de las especies de la biosfera terrestre; y la dinámica del ecosistema de la biosfera marina.

La falta de concordancia entre las escalas de estos procesos y las de la rejilla de los modelos mundiales ejecutables en computadora es un problema bien conocido de la ciencia de la Tierra.

Para tener en cuenta los procesos climáticos micro-escalares se utiliza la **“parametrización”**, es decir, la aplicación de relaciones empíricas o semi-empíricas para aproximar los efectos netos (o promediados zonalmente) con la escala de resolución del modelo.

Es importante insistir en que todos los modelos del sistema climático contienen parametrizaciones empíricas; y en que ningún modelo obtiene sus resultados únicamente con los principios fundamentales. La diferencia conceptual más importante entre los modelos simples y los complejos es el nivel jerárquico en el que se introduce el empirismo.

Se puede representar el sistema climático mediante modelos de diversos grados de complejidad; dicho de otra manera, a cada componente del sistema climático se le puede aplicar una jerarquía de modelos.

Finalmente podemos decir que los escenarios climáticos son el resultado de varios procesos de recolección, creación, perfeccionamiento y elaboración de datos, principalmente agrupados en cuatro:

### **a) MODELOS CLIMÁTICOS O DE CIRCULACIÓN GENERAL<sup>33</sup>**

Los modelos climáticos son una modelación de las corrientes atmosféricas, oceánicas y su relación e influencia en el clima. Se encuentran disponibles a nivel general para cualquier lugar del planeta.

### **b) ESCENARIOS DE EMISIONES**

Los escenarios de Emisiones son generados por el IPCC y se refieren a la cantidad esperada de emisiones humanas de GEI a la atmósfera.

### **c) TENDENCIAS CLIMÁTICAS**

Las tendencias climáticas son mediciones efectivas del clima referente a un área específica y un lapso temporal, y generalmente es el conjunto de datos de una estación meteorológica.

### **d) MODELACIÓN MEDIANTE PROGRAMAS DE COMPUTACIÓN**

Existen programas que, con los insumos indicados (modelo de circulación general, escenario de emisiones, datos geográficos, y posiblemente la tendencia climática local) pueden modelar y crear los escenarios climáticos. Estos son, por ejemplo, MAGICC-SCENGEN<sup>34</sup>, PRECIS, entre otros. (Revisar Anexo III)

De tal forma que los escenarios son de utilidad para el análisis del Cambio Climático, y en particular para la creación de modelos del clima, para la evaluación de los impactos y para las iniciativas de adaptación y de mitigación.

---

<sup>33</sup> CAPITULO 3 - ANALISIS DE LOS MODELOS DE CIRCULACION GENERAL DE LA ATMOSFERA (MCG) <[www.bvsde.paho.org](http://www.bvsde.paho.org)>

<sup>34</sup> Es un paquete de software que toma los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero, gases reactivos, y el dióxido de azufre como entrada y da la temperatura media global, aumento del nivel del mar, y el clima regional como salida.

<[www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)>

Por tanto, hay que tener claro que los escenarios no son pronósticos, proyecciones o predicciones de lo que está por venir. Tampoco son vistas preferidas del futuro. Más bien, son los futuros plausibles: proporcionan respuestas razonables y coherentes a las preguntas pertinentes del ¿y si? para la toma de decisiones.

El principal desafío radica en la complejidad de hacer dos modelos (fundamentalmente diferentes en sus construcciones) se ejecuten de una manera consistente, lo que puede requerir una gran cantidad de recursos (especialmente en términos de las necesidades de datos) y la experiencia.



# Capítulo 2

## RIESGO CLIMA

*“Climate is what you expect, weather is what you get”*

*R.A. Heinlen*

El riesgo clima en este contexto se refiere a las posibles pérdidas económicas y, por tanto, sociales derivadas de movimientos adversos en determinadas variables climáticas.

Todo agente económico puede sufrir pérdidas económicas derivadas del comportamiento de una o varias variables meteorológicas. Esto quiere decir que tanto empresas como entidades públicas cuyos ingresos se vean reducidos, o sus costos incrementan puede ser consecuencia de estar sometidos al riesgo clima.

Según algunos estudios de Bolsas y Mercados Españoles (BME) estiman que más del 75% de la actividad económica mundial está afectada directa o indirectamente por el clima<sup>35</sup> lo que nos demuestra que tan vulnerables somos ante los choques externos como lo es el clima y el CC.

El riesgo clima es por tanto ***“la variabilidad en el volumen de negocio o magnitudes económico-financieras de un agente económico provocada por condiciones meteorológicas no esperadas o adversas”***.<sup>36</sup>

Dicho riesgo se puede materializar a dos niveles:

1. Los efectos directos de un fenómeno meteorológico extremo.
2. Los efectos indirectos originados por la amenaza de ese fenómeno meteorológico extremo (que puede o no llegar a materializarse).

La gestión de los riesgos asociados al clima constituye, por lo tanto, un factor clave para el desarrollo económico.

---

<sup>35</sup> <[www.bmeclima.es](http://www.bmeclima.es)>

<sup>36</sup> <[www.cast.fahrenheitrisk.com](http://www.cast.fahrenheitrisk.com)>

Si bien este tipo de riesgo consiste en tener incertidumbre causada por eventos climáticos catastróficos y no catastróficos; en general podemos decir que este tipo de riesgo es el más extendido y voluminoso a nivel mundial, a diferencia de otras fuentes de riesgo como lo son: los tipos de interés o las divisas.

Por definición, el crecimiento urbano va acompañado de flujos globales de inversión y aumenta el valor de los activos expuestos en las zonas expuestas a amenazas, como las cuencas fluviales y las zonas costeras propensas a los tsunamis y los ciclones.

El crecimiento de la población y su mayor densidad en las ciudades no solo significa que hay un mayor número de personas expuestas a amenazas, sino también que las características del sistema ecológico o medioambiental han cambiado, por lo que puede elevarse el nivel del riesgo de desastres.

A medida que el consumo excesivo va superando de forma progresiva la biocapacidad, el riesgo para el sistema social y económico mundial en su conjunto está aumentando a niveles potencialmente catastróficos. El Cambio Climático, la reducción de la biodiversidad y la merma de disponibilidad del agua conducirán a un aumento del riesgo de desastres.

El impacto económico del riesgo clima puede llegar a ser devastador para las naciones en desarrollo. El análisis realizado en el informe Natural Hazards, UnNatural Disasters (Peligros naturales, desastres antinaturales),<sup>37</sup> muestra que el impacto de las catástrofes naturales en el PIB es 20 veces mayor en los países en desarrollo que en las naciones industrializadas.<sup>38</sup> Por ejemplo, las inundaciones registradas en Bosnia y Herzegovina en mayo de 2014 hicieron retroceder la economía en alrededor del 15 % del PIB<sup>39</sup>.

La pérdida anual promedio (PAP) que se espera en el entorno construido de todo el mundo con relación a ciclones tropicales (vientos y mareas de tormenta), terremotos, tsunamis e inundaciones se estiman en 314,000 MDD.

---

<sup>37</sup> Financiado por el Grupo Banco Mundial y el Fondo Mundial para la Reducción de los Desastres y la Recuperación (GFDRR, por sus siglas en inglés).

<sup>38</sup> <[www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)>

<sup>39</sup> Datos actualizados al 16 de abril de 2015.

Este riesgo supone un reto real para la agenda mundial de desarrollo sostenible<sup>40</sup>.

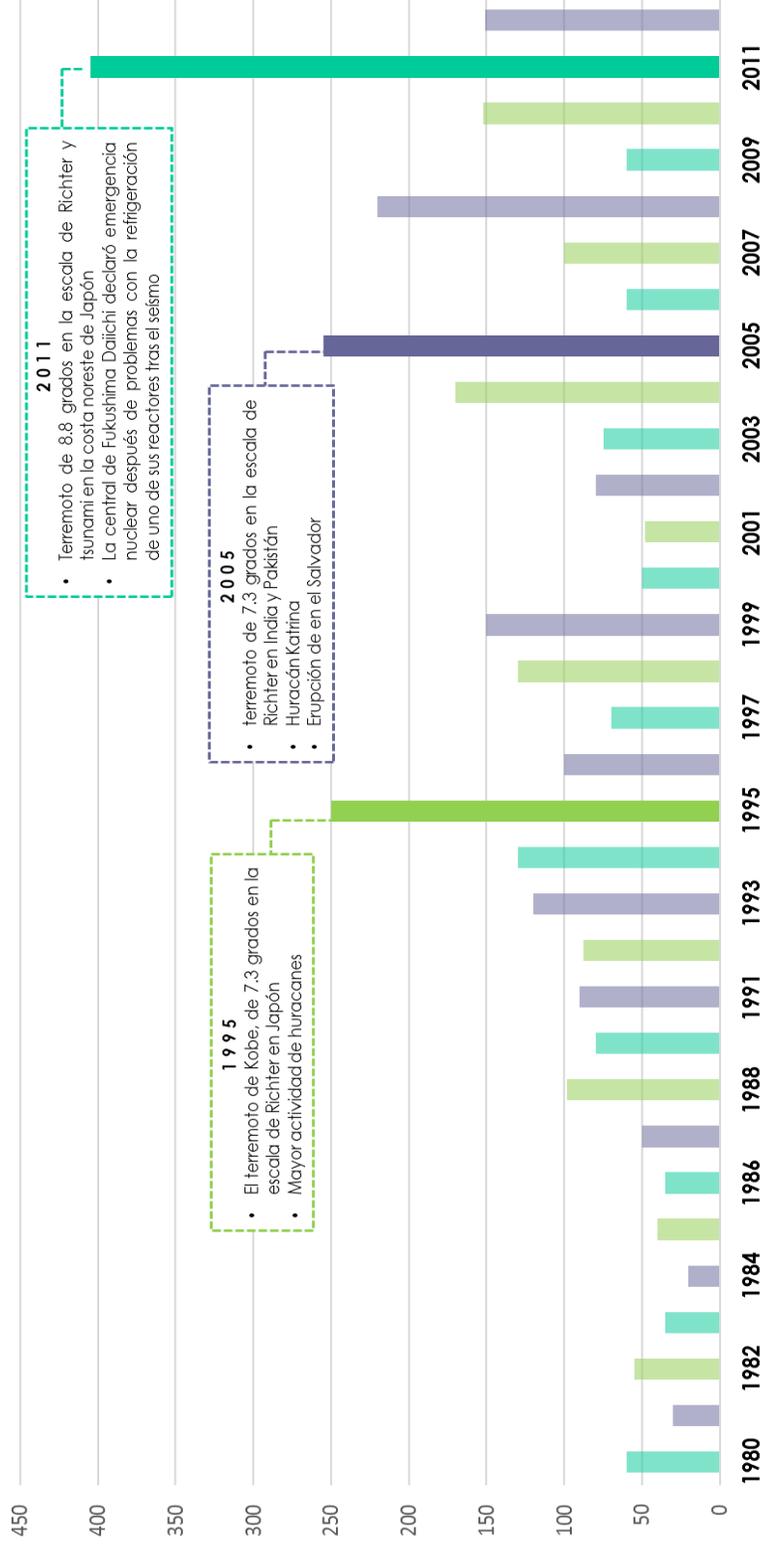
---

<sup>40</sup> Evaluación Global sobre la reducción del Riesgo de Desastres 2015 NACIONES UNIDAS <[www.preventionweb.net](http://www.preventionweb.net)>

Gráfico 1.

## Pérdidas mundiales a causa de desastres entre 1980 y 2012

Miles de millones de dólares



Nota: Las barras indican las pérdidas anuales provocadas por desastres.

Fuente: Elaboración propia a partir de Banco Mundial y GFDRR "Crear resiliencia mediante la integración de los riesgos climáticos y de desastres en el proceso de desarrollo. Lecciones de la experiencia del Grupo del Banco Mundial"

<[www.gfdr.org](http://www.gfdr.org)>

<[www.elmundo.es](http://www.elmundo.es)>

<[www.eltiempo.com](http://www.eltiempo.com)>

Las pérdidas económicas por desastres climáticos han aumentado considerablemente en los últimos años. Según los expertos, las causas de este aumento radican en cierta parte en el incremento de la frecuencia de este tipo de calamidades.

También existen otros factores importantes, como el crecimiento económico o el aumento de la densidad poblacional en zonas urbanas vulnerables, los cuales han incrementado el valor de los activos expuestos a estos desastres.

Los riesgos climáticos están cambiando: se acortan los tiempos entre la ocurrencia de eventos, la magnitud de las pérdidas se incrementa en muchos casos de manera más que proporcional al incremento en la severidad climática y los tipos de eventos y su distribución espacial están alterándose.

Las pérdidas económicas ocasionadas por desastres tales como terremotos, tsunamis, ciclones e inundaciones se elevan hoy en día a un promedio de entre 250,000 y 300,000 MDD<sup>41</sup> al año. Las pérdidas futuras (pérdidas anuales esperadas) se estiman actualmente en 314,000 MDD solo en el entorno construido.

Se observa una tendencia creciente en la mortalidad y en las pérdidas económicas asociadas con riesgos extensivos (riesgos de desastres de poca gravedad, aunque recurrentes) en países de ingresos bajos y medios. Durante el último decenio, las pérdidas derivadas del riesgo extensivo de 85 países y territorios fueron equivalentes a un total de 94,000 MDD<sup>42</sup>.

Los riesgos extensivos son responsables de la mayor parte de la morbilidad y del desplazamiento ocasionados por desastres y representan una continua erosión de los activos del desarrollo, tales como viviendas, escuelas, establecimientos de salud, vías e infraestructuras locales.

---

<sup>41</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de Banco Mundial y GFDRR “Crear resiliencia mediante la integración de los riesgos climáticos y de desastres en el proceso de desarrollo. Lecciones de la experiencia del Grupo del Banco Mundial”

<[www.gfdr.org](http://www.gfdr.org)>

<sup>42</sup> <[www.gfdr.org](http://www.gfdr.org)>

Sin embargo, los costos del riesgo extensivo no son visibles y suelen subestimarse, ya que normalmente los asumen los hogares y las comunidades de bajos ingresos y los pequeños negocios.

Las diferencias en la vulnerabilidad y la exposición se derivan de factores distintos del clima y de desigualdades multidimensionales producidas a menudo por procesos de desarrollo distintos. Esas diferencias hacen que sean distintos los riesgos derivados del Cambio Climático.

Los países que no cuentan con los recursos necesarios para protegerse contra las pérdidas ocasionadas por los desastres se enfrentan a un déficit de financiación.

La creciente desigualdad mundial, la creciente exposición a las amenazas, la rápida urbanización y el consumo excesivo de energía y capital natural amenazan con llevar el riesgo a niveles peligrosos e impredecibles, con repercusiones mundiales sistémicas.

Los sectores y territorios sin ventajas comparativas para el desarrollo económico se enfrentan cada vez a más riesgos debido a los bajos niveles de inversión en infraestructura para la reducción de riesgos, a la inexistencia de protección social y ambiental y a la pobreza rural y urbana. En varios países de ingresos bajos y medios, el desarrollo urbano se caracteriza por un acceso altamente desigual al espacio urbano, a las infraestructuras, los servicios y la seguridad.

Por otro lado, el desarrollo urbano socialmente segregado genera a su vez nuevos patrones de riesgo de desastres. Los hogares de bajos ingresos suelen verse forzados a ocupar zonas expuestas a amenazas con terrenos de poco valor, infraestructura y protección social deficientes o inexistentes y niveles elevados de degradación ambiental.

A medida que la economía se globaliza, las inversiones tienden a dirigirse hacia lugares que ofrecen ventajas comparativas, como bajos costos de mano de obra, acceso a los mercados de exportación, infraestructura y estabilidad, entre otros.

Las decisiones de inversión rara vez tienen en cuenta el nivel de amenaza en estos lugares y las oportunidades de conseguir beneficios a corto plazo han seguido superando las preocupaciones sobre la sostenibilidad futura.

Como consecuencia, grandes volúmenes de capital siguen fluyendo hacia zonas propensas a amenazas, lo cual da lugar a aumentos significativos del valor de los activos económicos expuestos.

La continua valoración errónea del riesgo muestra que las consecuencias no se suelen atribuir a las decisiones que generan los riesgos. Esta falta de atribución y de rendición de cuentas genera incentivos perversos para continuar con este comportamiento de generación de riesgos, ya que quienes se benefician del riesgo rara vez asumen sus costos.

De este modo, se han generado y acumulado nuevos riesgos más rápido de lo que se han reducido los riesgos existentes.

En la actualidad, gestionar el riesgo, en lugar de gestionar los desastres como indicadores del riesgo sin gestionar, debe convertirse en una parte inherente del arte del desarrollo, no un simple componente adicional, sino una serie de prácticas integradas.

Para gestionar los riesgos inherentes a la actividad social y económica, es necesario combinar tres enfoques:

1. La gestión prospectiva del riesgo, cuyo objetivo es evitar la acumulación de nuevos riesgos o futuros haciendo elecciones de desarrollo que tengan en cuenta el riesgo, también en la recuperación y la reconstrucción tras un desastre.
2. La gestión correctiva del riesgo, que busca reducir los riesgos existentes invirtiendo en medidas correctivas, incluidos los preparativos y la alerta temprana.
3. La gestión compensatoria del riesgo para respaldar la resiliencia de las personas y las sociedades que enfrentan un riesgo residual que no se puede reducir de manera efectiva.

¿Cómo podemos aplicar este enfoque para hacer frente al Cambio Climático y poder tener un Desarrollo Sustentable?

Hay que tener presente que la gestión del riesgo va en conjunto con la mitigación y adaptación del Cambio Climático dos de las tres dimensiones principales para poder obtener como resultado un desarrollo sustentable.

El riesgo representa una pieza importante en el rompecabezas global y abarcador sobre los impactos relacionados con el clima y las vulnerabilidades asociadas.

Figura 3.

Gestión del riesgo de desastres para apoyar la reducción del riesgo de desastres, abordar el Cambio Climático y fomentar el desarrollo sostenible

	Gestión prospectiva	Gestión correctiva	Gestión compensatoria
 Reducción del riesgo de desastres	Prevenir o evitar la generación de nuevos riesgos	Reducir o mitigar los riesgos existentes	Fortalecer la resiliencia financiera y social ante los desastres
 Cambio Climático	Mitigación del Cambio Climático	Adaptación al Cambio Climático	Fortalecer la resiliencia ante los riesgos climáticos
 Desarrollo Sostenible	Contribuir a la sostenibilidad del nuevo desarrollo	Fortalecer la sostenibilidad del desarrollo existente	Fortalecer la resiliencia ante los riesgos y los impactos cotidianos

Fuente: Evaluación Global sobre la reducción del Riesgo de Desastres 2015 NACIONES UNIDAS <[www.preventionweb.net](http://www.preventionweb.net)>

En particular, el aumento de las pérdidas y los daños ocasionados por los desastres extensivos proporcionan muestras empíricas de que el riesgo de desastres es un indicador endógeno de un desarrollo fallido o sesgado, de procesos económicos y sociales insostenibles y de sociedades adaptadas de forma deficiente, problemas contruidos socialmente e impulsados por procesos subyacentes cuyo descuido se manifiesta como una catástrofe predecible y siempre trágica.

El riesgo de desastres debería entenderse como un pasivo contingente. Si un país ignora el riesgo de desastres y permite que este se acumule, lo que está haciendo en realidad es debilitar su propio potencial de desarrollo social y económico en el futuro. Sin embargo, si un país invierte en reducir el riesgo de desastres, con el paso del tiempo puede reducir las pérdidas potenciales que enfrenta y, de este modo, liberar recursos críticos para el desarrollo.

El riesgo de desastres constituye una amenaza para la capacidad de gasto social precisamente en aquellos países que menos capacidad y más necesidad tienen de invertir. Las pérdidas anuales esperadas, expresadas como una proporción del gasto social, son cinco veces mayores en los países de bajos ingresos que en los países de ingresos altos.

Sin embargo, esta situación supone un problema no solo para países de bajos ingresos, sino también para países de ingresos medios como Jamaica y Filipinas y para países de ingresos altos como Grecia. Si bien países como Jamaica y Grecia tienen un riesgo relativo mucho menor que Filipinas, los impactos globales para el desarrollo futuro serán muy similares. Mientras que en Grecia es el crecimiento económico el que se verá debilitado, el reto que enfrentará Filipinas tiene que ver con el desarrollo social.<sup>43</sup>

Los eventos climáticos extremos y la dificultad de adaptación al Cambio Climático son dos de los principales riesgos de sustentabilidad identificados por el World Economic Forum WEF <sup>44</sup> ; aunque de acuerdo con la organización danesa, la inversión en infraestructura e incremento de la adaptabilidad a las variaciones climáticas constituyen una importante área de oportunidad para contrarrestar los efectos del Cambio Climático.

---

<sup>43</sup> Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres; Naciones Unidas 2015.

<[www.preventionweb.net](http://www.preventionweb.net)>

<sup>44</sup>World Economic Forum WEF

<[www.globalopportunitynetwork.org](http://www.globalopportunitynetwork.org)>

Gráfico 2.

### Contribución de cada amenaza a las PAE globales



Nota: El riesgo de terremotos equivale al 50% de gasto en salud pública de América Latina y el Caribe o el gasto anual en educación pública realizado en toda la región del Oriente Medio y Norte de África.

Fuente: Evaluación Global sobre la reducción del Riesgo de Desastres 2015 NACIONES UNIDAS

<[www.preventionweb.net](http://www.preventionweb.net)>

La evaluación probabilista del riesgo simula los desastres futuros que, según las pruebas científicas, es probable que ocurran. En consecuencia, estas evaluaciones del riesgo resuelven el problema que presenta la limitación de datos históricos. A pesar de que exista todo un siglo de datos históricos sobre inundaciones y sequías extremas ocurridas en un país, cualquier modelo derivado de estos datos no podría mostrar los eventos extremos previos que ocurrieron a lo largo de los últimos 1,000 años.

Por lo tanto, los modelos probabilistas “completan” los registros históricos reproduciendo las leyes físicas de los fenómenos y recreando la intensidad de un gran número de eventos sintéticos. De este modo, proporcionan un panorama de todo el espectro del riesgo más completo del que se podría obtener con datos históricos.

Los resultados de los modelos probabilistas del riesgo suelen expresarse en medidas tales como la pérdida anual esperada (PAE).

*“La PAE es la pérdida promedio esperada anualizada durante un largo período de tiempo. Representa la cantidad de recursos que los países deberían reservar cada año para cubrir el costo de los desastres futuros, ante la falta de seguros o de otros mecanismos de financiación del riesgo de desastres.”<sup>45</sup>*

Los tsunamis suelen asociarse con impactos de muy baja frecuencia y de alta gravedad, mientras que los ciclones tropicales presentan una frecuencia mucho mayor y, por lo general, impactos de una gravedad de media a alta. Los terremotos son eventos de baja frecuencia que pueden causar grandes pérdidas, es decir, que generan daños significativos en zonas extensas de un país, mientras que las inundaciones ocurren con más regularidad.

---

<sup>45</sup> Evaluación Global sobre la reducción del Riesgo de Desastres 2015 NACIONES UNIDAS  
<[www.preventionweb.net](http://www.preventionweb.net)>

En cambio, más allá de la costa, los tsunamis solo suelen afectar una zona relativamente pequeña. Estas diferencias en la frecuencia y la extensión espacial determinan cómo las diferentes amenazas contribuyen a las PAE globales (Gráfico 2).

Por ejemplo, aunque el riesgo de tsunamis contribuye tan solo con el 1% a las PAE globales, estos fenómenos cuando suceden puede tener impactos locales devastadores, como mostraron los eventos del Océano Índico en 2004 y el Japón en 2011.

Las PAE pueden interpretarse como un costo de oportunidad, dado que los recursos que se reservan para cubrir las pérdidas ocasionadas por los desastres podrían utilizarse para el desarrollo.

Muchos países no serán capaces de cubrir sus PAE con los ahorros nacionales, lo cual podría afectar su capacidad de inversión en el desarrollo social y económico.

Los países con altas tasas de ahorro nacional tendrán una mayor capacidad de absorber las PAE, incluso en niveles elevados. De forma similar, una proporción elevada de PAE en relación con la inversión de capital y las reservas puede comprometer el futuro crecimiento económico.

Incluir en el presupuesto las pérdidas ocasionadas por los desastres basándose en las PAE es fundamental, pero no suficiente. Como las PAE son un promedio anual, esa inclusión no garantiza la resiliencia económica y fiscal ante eventos de alta intensidad en aquellos países que no cuentan con la resiliencia fiscal necesaria para hacer frente a pérdidas extremas, aunque poco frecuentes.

La resiliencia fiscal se define, en sentido amplio, como *el conjunto de los ahorros internos y externos destinado a amortiguar los efectos de los desastres*.<sup>46</sup>

Una vez agotados los ahorros nacionales, es común desviar fondos de presupuestos, que en algunos casos podrían haber sido asignados previamente a gastos para el desarrollo.

---

<sup>46</sup> Evaluación Global sobre la reducción del Riesgo de Desastres 2015 NACIONES UNIDAS  
<[www.preventionweb.net](http://www.preventionweb.net)>

En otros casos, los países recurren a préstamos de instituciones financieras internacionales o multilaterales para su recuperación, de modo que reasignan fondos y reducen su capacidad de endeudamiento disponible en el futuro para el desarrollo, obstaculizando así su crecimiento futuro.

Además de la limitada disponibilidad de los fondos de reserva, de los seguros y del acceso a opciones de financiación de emergencia, las limitadas inversiones para reducir el riesgo existente y evitar la creación de riesgos nuevos implican que especialmente, muchos países en desarrollo se caractericen por poseer altos niveles de riesgo y una baja resiliencia económica.

Los países con un gran déficit presupuestario no suelen ser capaces de desviar recursos de sus ingresos a fin de absorber las pérdidas ocasionadas por los desastres y, por tanto, necesitan utilizar otros mecanismos, como la tributación, el crédito nacional e internacional, las reservas extranjeras, los bonos internos y los instrumentos de ayuda y financiación del riesgo.

El riesgo clima puede ser inevitable y buscar cubrirse de estos eventos mediante instrumentos financieros resulta beneficioso para los agentes económicos debido a que protegen sus beneficios, obtienen ventajas competitivas, crean valor para los accionistas, generan una mayor estabilidad del flujo de efectivo, prevén pérdidas, gestionan y finalmente controlan riesgos financieros.

De tal forma que los mercados financieros pueden contribuir a la adaptación al Cambio Climático a través de mejores posibilidades de cobertura frente al riesgo climático.

*¿A qué nos referimos con cobertura? Hedge o Cobertura, es la combinación de posiciones en valores (cortas o largas) por medio de instrumentos financieros de inversión para cubrir las carteras ante movimientos en el mercado<sup>47</sup>.*

Los mecanismos de transferencia de riesgo son cada vez más, una herramienta eficiente de gestión de riesgos especialmente adecuadas para cubrir el “riesgo clima” de las catástrofes naturales.

---

<sup>47</sup> Elvira, Oscar; *Mercado de Productos Derivados: futuros, forwards, opciones*, Barcelona, Bresca Profit, 2008.

La aplicación de este tipo de coberturas se puede hacer desde enfoques muy variados. Un ejemplo respecto al sector energético sería una central hidroeléctrica que quiera gestionar su exposición al caudal del río para disminuir el riesgo de una menor generación de energía en escenarios de poco caudal.

Para gobiernos y administraciones aplicaría si necesitaran estabilizar su presupuesto dado el poco margen de actuación en política fiscal por lo que contrata coberturas financieras que cubran el riesgo de que nevadas desprevénidas, incendios o inundaciones impacten en los presupuestos públicos.

En el sector industrial podría emplearse si una empresa productora de aparatos de aire acondicionado quiere reducir el riesgo de pérdidas que podría ocasionarle un verano poco cálido ya que puede afectar la demanda del producto.

En un parque de atracciones que tiene la necesidad de conocer cómo impactan las variables meteorológicas en el número de visitantes y facturación para determinar una estrategia de coberturas climáticas en determinados periodos de máxima afluencia de visitantes.

En el sector construcción una empresa puede cubrirse sobre el riesgo que, en determinadas etapas de un proyecto, las condiciones meteorológicas imposibiliten el trabajo; y como estos existen muchos más ejemplos de cómo o en qué casos se podría aplicar este tipo de cobertura.

Por tanto, estos mecanismos nos ayudan a enfrentar las consecuencias del Cambio Climático por medio de coberturas a partir de distintos escenarios; lo que resulta ser una herramienta enfocada a las acciones de compensación y adaptación al CC.

El objetivo del desarrollo y la implementación de la gestión del riesgo de desastres es lograr un desarrollo con capacidad de adaptación. El fortalecimiento de la capacidad de adaptación ante los desastres debe estar enfocado en cinco áreas básicas en base al Banco Mundial:<sup>48</sup>

---

<sup>48</sup> Banco Mundial <[www.bancomundial.org](http://www.bancomundial.org)>

### 1. Identificación de los riesgos:

Al comprender los peligros y anticiparse a sus posibles efectos, las evaluaciones de riesgos climáticos y naturales pueden ayudar a los Gobiernos, las comunidades, las empresas y las personas a tomar decisiones fundamentadas sobre cómo manejar la situación.

### 2. Reducción de los riesgos:

La información sobre los peligros involucrados puede servir de base para diferentes estrategias, planes y proyectos de desarrollo que, a su vez, pueden disminuir los riesgos. Esto se puede lograr evitando que surjan peligros adicionales o enfrentando los riesgos ya existentes.

### 3. Preparación:

Contar con preparativos adecuados es fundamental, ya que los riesgos nunca se podrán eliminar por completo. La preparación mediante sistemas de alerta temprana puede salvar vidas y proteger los medios de sustento, y es una de las formas más eficaces en función de los costos para aminorar los impactos.

### 4. Protección financiera:

Las estrategias de este tipo salvaguardan a Gobiernos, empresas y hogares de la carga económica que significa enfrentar una catástrofe y pueden incluir programas que aumenten la capacidad financiera del Estado para responder ante una emergencia y protejan al mismo tiempo el equilibrio fiscal.

### 5. Reconstrucción que tiene en cuenta la resiliencia:

El desafío de la reconstrucción también representa una oportunidad para promover la gestión del riesgo de desastres mediante una planificación integrada de la recuperación y la restauración que genere un desarrollo con mayor capacidad de adaptación a largo plazo.

Los instrumentos que están orientados a este eje de acción para contrarrestar el Cambio Climático son los llamados Derivados Climáticos.

**“Se conoce como derivados a un conjunto de instrumentos financieros cuyo valor se determina (deriva) a partir del precio de otros activos, denominados *subyacentes*”<sup>49</sup>**

---

<sup>49</sup><[www.banxico.org.mx](http://www.banxico.org.mx)>

El objetivo de los Derivados Climáticos es cubrir la variabilidad climática en el corto plazo, y cambios climáticos en el largo plazo en base a un desarrollo sostenible.

La exposición a riesgos relacionados con el clima, sumada a las condiciones de vulnerabilidad y capacidad insuficiente para reducir o responder a sus consecuencias, causan graves desastres y pérdidas.

La gestión de los riesgos asociados al clima constituye, por lo tanto, un factor clave para el desarrollo.

El enfoque de Gestión de Riesgo Climático (GRC) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) tiene en cuenta tanto los riesgos provocados por la variabilidad del clima actual como la proyección de las trayectorias del CC.

Los riesgos climáticos no son un fenómeno nuevo, y la gestión de riesgos climáticos (GRC) en su sentido más amplio se viene realizando desde hace mucho tiempo. Ejemplo de ello son los agricultores que predicen las lluvias utilizando diversos indicadores, y planifican la siembra y los insumos según estas predicciones; instalan sistemas de riego si pueden; y reducen su exposición al riesgo diversificando sus medios de vida en la medida que les sea posible.

Los científicos también han buscado formas para ayudar a gestionar los riesgos asociados al clima. Por ejemplo, las investigaciones en agricultura han proporcionado variedades de cultivos que toleran la sequía, así como prácticas de manejo de los suelos que mejoran la capacidad de retención de la humedad. Las predicciones meteorológicas han supuesto un gran avance como ayuda a la planificación.

Es así como se busca fomentar una gestión de los riesgos climáticos que aporte soluciones fundamentadas en pruebas y en las prioridades de cada país, a partir de información sobre los riesgos presentes y futuros en tres horizontes de planificación:

- a) patrones históricos y actuales de las amenazas relacionadas con el clima
- b) las tendencias observables para la creación de nuevos patrones de riesgos
- c) predicciones de escenarios climáticos

Los derivados son instrumentos financieros muy importantes en la gestión del riesgo, ya que permiten separarlo y controlarlo. Es decir, en ocasiones, actúan como un seguro. **“Con el instrumento derivado se puede tomar, reducir, eliminar, asumir, incrementar o transferir riesgos.”**<sup>50</sup>

¿Qué son los derivados?

**“Un producto derivado es un instrumento financiero que toma como referencia un activo que se negocia en un mercado al contado (denominado activo subyacente) cuyos términos se fijan hoy y la transacción se realiza en una fecha futura”.**<sup>51</sup>

Por lo tanto, los derivados sirven para trasladar el riesgo de unos agentes (que desean venderlo o desprenderse) a otros (que quieren comprarlo o adquirirlo).

Tipos de Instrumentos Derivados:

- a) Operaciones a plazo o Forwards
- b) Futuros
- c) Opciones
- d) Permutas financieras o Swaps

Hoy en día existen múltiples derivados sobre materias primas o commodities, sobre instrumentos de deuda, tipos de interés, índices bursátiles, acciones o divisas; y en este caso, estamos hablando específicamente de derivados climáticos.

---

<sup>50</sup> Elvira, Oscar; “Mercado de Productos Derivados: futuros, forwards, opciones”, Barcelona: Bresca Profit. 2008.

<sup>51</sup> *Ibid.*

La primera transacción Over The Counter, OTC<sup>52</sup> sobre derivados del clima se realizó en 1996 cuando Koch Industries<sup>53</sup> y ENRON<sup>54</sup> completaron un HDD (Heating degree day) swap para el invierno de 1997 en Milwaukee, Wisconsin (WRMA-Weather Risk Management Association, 2010).

A partir de aquel momento, el mercado de los derivados del clima comprendía en 2001 alrededor de 4,200 MDD con aproximadamente 4,000 contratos negociados en el mismo año según Price Waterhouse Coopers.

Actualmente se estima que el sector de los derivados del clima acumula aproximadamente 45,200 MDD en transacciones WRMA (Weather Risk Management Association, 2010).

La Chicago Mercantile Exchange (CME) es la bolsa precursora a nivel mundial en el tema de los derivados del clima. En septiembre de 1999 la CME inició con la emisión de contratos de futuros basados en días de calentamiento (Heating degree-days) y días de enfriamiento (Cooling degree-days) para las principales ciudades de EE.UU. donde se negocian estos derivados.

Estas operaciones de cobertura se realizaron con la temperatura promedio diaria de las ciudades seleccionadas. Actualmente el CME Group<sup>55</sup>, empresa que surgió en 2007 a partir de la fusión de la CME y la CBOT

---

<sup>52</sup> Son operaciones realizadas entre grandes empresas fuera de los mercados organizados. Mercado extrabursátil.

<[www.info.bbva.com](http://www.info.bbva.com)>

<sup>53</sup> Conglomerado de empresas estadounidenses con sede en Wichita, Estados Unidos. Tienen presencia en variedad de comercios, como; industrias básicas, en el refinamiento y distribución de petróleo, productos químicos, energía, fibra, productos intermedios y polímeros, minerales, fertilizantes, pulpa y papel, equipos de tecnología química, ganadería, finanzas, comercio de productos básicos, así como otras industrias

<sup>54</sup> Empresa energética con sede en Houston, Texas. La empresa originalmente se dedicaba a la administración de gasoductos dentro de los Estados Unidos, aunque luego expandió sus operaciones como intermediario de los contratos de futuros y derivados del gas natural y al desarrollo, construcción y operación de gasoductos y plantas de energía, por todo el mundo, convirtiéndose rápidamente en una empresa de renombre internacional.

<sup>55</sup> Es el mercado de instrumentos derivados más grande y más diverso del mundo, operando más de 3,000 millones de contratos por año.

<[www.cmegroup.com](http://www.cmegroup.com)>

Hoy, en el centro del CME Group están los mercados principales de futuros: CME, CBOT, NYMEX, COMEX y CME Europe.

(Chicago Board of Trade), es la bolsa más grande del mundo en cuanto a transacciones de futuros climáticos.

Al 01 de junio de 2010, la CME ofrecía derivados del clima en 24 ciudades en Estados Unidos, 11 en Europa, 6 en Canadá, 3 en Australia y 3 en Japón (Chicago Mercantile Exchange Group, 2010).<sup>56</sup>

Los derivados climáticos más frecuentemente comercializados son aquellos que cubren riesgos relacionados a cambios adversos de temperatura. A diferencia de otros derivados financieros, no tienen un precio de ejercicio<sup>57</sup> sino un nivel de ejercicio que depende del valor adoptado por una medida climática.

Estos instrumentos toman como referencia, índices construidos en términos de temperaturas mensuales / estacionales promedio; a cada valor del índice se le asigna una cantidad determinada de unidades monetarias, haciendo posible transar cambios de temperatura de modo similar a cualquier activo.

Una de las principales ventajas de los derivados climáticos es que pueden ser usados para cubrir los riesgos bajos, con eventos de alta probabilidad, esto se opone a la mayoría de los productos de seguro que cubren riesgos altos, con baja probabilidad de ocurrencia como incendios o inundaciones.

La gestión del riesgo climático es el punto en el que se cruzan dos prácticas relacionadas: la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al CC.

Los seguros en base a índices climáticos pueden aplicarse a una gama muy diversa de riesgos relacionados con la meteorología: pérdida de cosechas por sequías, pérdidas de ganado por inviernos extremos, pérdidas como consecuencia de huracanes, etc. Pueden contratarse a distintos niveles de la sociedad: a nivel "micro" por pequeños agricultores, a nivel "meso" por proveedores de insumos o bancos, o a nivel "macro" por los propios gobiernos.

---

<sup>56</sup> United Nations Framework Convention on Climate Change  
<[www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)>

<sup>57</sup> Es el precio al cual el poseedor de una opción tiene el derecho a comprar o vender.

La mayoría de los contratos de derivados climáticos tienen a la temperatura como subyacente y fueron desarrollados por compañías eléctricas y de gas debido a la alta correlación detectada entre el consumo de estos insumos y la temperatura.

Generalmente, lo que se negocia en este tipo de mercados son índices climáticos que están estrechamente asociados con pérdidas o ganancias económicas.

Los índices más negociados en el CME son dos: el índice Heating Degree Days (HDD), que en español sería horas de calefacción diarias y el Cooling Degree Days (CDD) que en español sería horas de refrigeración diarias.

Figura 4.

### Derivados climáticos/ Weather Derivatives

	Descripción	Función	Como funciona
HDD	Heating Degree Days (Horas de calefacción Diarias)	Los grados día reflejan la demanda de energía necesaria para calentar (heating) o refrigerar (cooling) una vivienda. La temperatura base es una temperatura "agradable" en el interior de una vivienda. Si necesitamos refrigerar (cooling) es porque nos encontramos en meses cálidos, y si necesitamos calentar (heating) nos encontramos en meses fríos.	Grados de calor extremo. Se obtiene como el número de grados Celsius en que la temperatura diaria promedio, calculada como la media entre las temperaturas máxima y mínima registradas desde las 0 hasta las 24hs, es inferior a 18° C (para temperaturas superiores a 18° C se considera no hay necesidad de calefacción). Por eso representan temperaturas para días en que se utiliza energía para calefacción.
CDD	Cooling Degree Days (Horas de refrigeración diarias)		Grados de frío extremo, el valor de CDD por aun día particular es el número de grados Celsius en que la temperatura diaria promedio, calculada como la media entre las temperaturas máxima y mínima registradas desde las 0 hasta las 24hs, es superior a 18° C (para temperaturas inferiores a 18° C se considera no hay necesidad de refrigeración). Este derivado se negocia en épocas de verano y el índice representa la sumatoria de las temperaturas promedio diarias superiores al strike, que cuantifican el uso de energía para los acondicionadores o refrigeración.
CAT	Cumulative average temperature / Temperatura media	En Europa, el índice CAT CME es la acumulación de las temperaturas medias diarias durante un mes natural, con el periodo de acumulación a partir del primer día natural del mes de vencimiento y termina con el último día del mes natural contrato. Contratos acumulados Temperatura promedio (CAT) están disponibles para los meses de verano en Europa, lo que permite a las empresas a protegerse contra la volatilidad mensual mediante el seguimiento de la temperatura media diaria en una ciudad determinada.	Temperatura media aquí significa el promedio diario. Índice CAT para los futuros de temperatura europeos, junto con HDD y CDD. El índice sigue el promedio de las temperaturas diarias durante un mes en una determinada ciudad. Este índice es usado para la liquidación de los contratos, acumula el promedio diario de la temperatura con un periodo igual al establecido en el contrato del derivado.

Fuente: elaboración propia a partir de United Nations Framework Convention on Climate Change

<http://unfccc.int>

Los seguros en base a índices se proponen como nueva herramienta de Gestión de Riesgos Climáticos GRC, capaz de ayudar a que las sociedades afronten los riesgos meteorológicos de hoy y potencialmente, si se diseñan de forma adecuada, también los riesgos futuros derivados del CC.

Los instrumentos financieros derivados sobre el riesgo climático ofrecen a los productores cuyos ingresos son vulnerables a las fluctuaciones a corto plazo de las temperaturas o precipitaciones una forma de cubrir ese riesgo.

Los instrumentos de este tipo negociados en bolsa se centran en el número de días en que las temperaturas son más altas o más bajas que el promedio estacional dentro de un determinado periodo futuro. Por ejemplo, si en el periodo de un contrato hay más días fríos que el promedio, quienes hayan adquirido un futuro para cubrir este riesgo recibirán un pago proporcional al exceso de días fríos.

En el mercado de futuros los costos de transacción suelen ser bajos y la liquidez alta. Sin embargo, el parámetro utilizado para determinar el pago en un contrato de futuros puede no estar exactamente correlacionado con las pérdidas que efectivamente sufriría una empresa si se produjeran fenómenos climáticos externos. Por lo tanto, mediante estos productos derivados solo se obtiene una cobertura aproximada del riesgo climático.

El Sahara es el desierto cálido más grande del planeta y al otro lado del Atlántico se encuentra la Amazonia, el bosque tropical más extenso del planeta. Siendo regiones completamente opuestas, están conectadas por un río de polvo atmosférico de casi 17,000 kilómetros de longitud.

Un estudio en la revista "Geophysical Research Letters", liderado por Hongbin Yu, científico atmosférico de la Universidad de Maryland; detalla por primera vez que 27 millones de toneladas de polvo se depositan sobre la cuenca del Amazonas cada año. De esa cantidad, 22 mil toneladas corresponden a fósforo; equivalente a la cantidad de este nutriente que la selva amazónica pierde por efecto de la lluvia o las inundaciones, de acuerdo con el profesor Yu.

Como es bien sabido, el gran desierto del Sahara se extiende por Argelia, Egipto, Libia, Mali, Mauritania, Níger y Chad. Es de este último de donde proviene el polvo rico en fósforo. Específicamente, sale de la cuenca Bodéle, considerada la zona más polvorienta del mundo, y cuyas arenas están compuestas por un número mayor de nutrientes. De tal forma que la naturaleza se regula de forma natural.

Este proceso es parte de una compleja autorregulación: cuando disminuye la lluvia en la región del Sahel, el siguiente año aumenta la distribución de polvo y viceversa. La interdependencia del ecosistema queda plasmada en un círculo vital ya que la selva tropical del Amazonas, a su vez, es la fuente primaria de partículas de aerosol y afecta de manera preponderante los ciclos biogeoquímicos<sup>58</sup>, incluyendo el del carbón, manteniendo de esta forma una atmósfera capaz de sustentar la vida.

¿Cómo afecta el CC a la cantidad de polvo atmosférico que hace un viaje transatlántico entre El Sahara y el Amazonas? Si bien en este momento no lo sabemos con certeza, lo que sí podemos decir es que sería catastrófica cualquiera de las consecuencias ya que estaría afectando tanto a el bosque lluvioso más grande del mundo como el desierto del Sahara; sin mencionar las múltiples consecuencias desencadenadas por este evento.

De igual forma podemos observar que esta "autorregulación natural" y la relación que guardan lugares que se encuentran en extremos opuestos nos ejemplifican tanto la correlación que existe entre el riesgo clima con la actividad económica, como la búsqueda de un "equilibrio" al cubrir este tipo de eventos mediante un derivado climático. Es decir, todo está

---

<sup>58</sup> El término Ciclo Biogeoquímico deriva del movimiento cíclico de los elementos que forman los organismos biológicos (bio) y el ambiente geológico (geo) e interviene un cambio químico. Estos son procesos naturales que reciclan elementos en diferentes formas químicas desde el medio ambiente hacia los organismos, y luego a la inversa. Agua, carbono, oxígeno, nitrógeno, fósforo y otros elementos recorren estos ciclos, conectando los componentes vivos y no vivos de la Tierra.

íntimamente relacionado y por tanto las consecuencias de llevar o no a cabo ciertas acciones se sufrirán de forma homogénea.

Lo que se está haciendo es adaptarse al comportamiento de un choque externo (CC), para poder compensar las posibles consecuencias del mismo en los fenómenos naturales como el que sucede entre el Sahara y el Amazonas.

Es así como se destaca la importancia de la creación de instrumentos financieros para mitigar, compensar y adaptarse al Cambio Climático a través de la realización de operaciones de cobertura gestionando los riesgos financieros.



## 2.1 FINANCIAMIENTO CLIMÁTICO

*"Mientras ellos te prometen la luna,  
nosotros te garantizamos la Tierra"*

*Anónimo*

Para un mini-empresario con un negocio de paletas de hielo, el cambiar el modelo de refrigerador que tiene por uno más reciente y que genera menos emisiones de Gases Efecto Invernadero GEI; implicaría un gasto.

El cambio de equipos, culturalmente hablando, generalmente se realiza cuando ya no funcionan. Sin embargo, la adquisición de un equipo nuevo, no siempre debe implicar un gasto sino un incremento en sus ganancias y una contribución al medio ambiente ¿cómo estaría incrementando las ganancias?

Si bien el comprar un nuevo refrigerador implica realizar un gasto, estarías ganando dinero a través del ahorro de energía y con este ahorro estarías financiando la nueva adquisición.

El ahorro de energía incluye la reducción del desperdicio de energía, el uso de la energía de manera más eficiente y la reducción del consumo de energía.

Si bien tu anterior refrigerador solía funcionar y pagabas el recibo de luz por ejemplo \$10,000.00 mensuales. Gracias al cambio de tecnología ahora podrías ahorrar hasta un 30% de energía eléctrica<sup>59</sup> lo cual se observará con la reducción en el pago del recibo de luz debido a la mayor eficiencia del nuevo equipo adquirido; lo que se traduciría en que ahora con el ahorro de energía que estas generando, estarías financiando el crédito con el flujo de ahorro que generas por comprar ese refrigerador. Por lo tanto, se genera tanto un ahorro energético como financiero.<sup>60</sup>

---

<sup>59</sup> Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE)

<[www.fide.org.mx](http://www.fide.org.mx)>

<sup>60</sup> Ejemplo de ello es el programa de Eco Crédito Empresarial en pro del Medio Ambiente de NAFIN con colaboración de la Secretaría de Economía (SE) y Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE).

En base al Censo Económico 2014, siguen prevaleciendo los establecimientos micro; los cuales representan el 94.3% del total.

En los establecimientos de tamaño micro, por cada \$100 MXN obtenidos vía financiamiento, \$47 se destinaron a cubrir los gastos corrientes de operación (adquisición de insumos, pago de deudas, remuneraciones, entre otros), y solo \$31 a gastos de inversión (adquisición de maquinaria, equipo de transporte, compra de local, etc.)<sup>61</sup>

El reasignar el gasto realizado por los micro empresarios para con su negocio, traería consigo un manejo más eficiente tanto de sus recursos como del uso de energía.

Este es un ejemplo claro de que los individuos y la sociedad tienen la capacidad de tomar acciones para ahorrar energía. Estas acciones pueden manifestarse en cambios de comportamiento o en modificación de la tecnología y la infraestructura; teniendo en cuenta que unas son más costosas que otras.

De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (IEA), la producción de las reservas conocidas de gas y petróleo caerá de un 40% a un 60% para el año 2030. Sin embargo, el crecimiento de la demanda energética se está disparando en las economías emergentes como China, India y Brasil.

Si observamos el Gráfico 3, podemos observar que el suministro de energía global pronostica un incremento en el uso de energías renovables y por lo tanto una reducción en la intensificación de energéticos no renovables como los combustibles fósiles.

---

<sup>61</sup> INEGI Censo Económico 2014  
<[www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)>

Gráfico 3.

### Proyección de Demanda Energética



Fuente: El Informe de la Energía Renovable 100% de energía renovable para el año 2050

<[www.ecofys.com](http://www.ecofys.com)>

Si nos ponemos a analizar, a nivel global el crecimiento económico no tiene por qué ser antagónico con las aspiraciones de un desarrollo limpio, lo cierto es que existe el mito del alto costo de las tecnologías limpias<sup>62</sup> está siendo un obstáculo para que los países en desarrollo adopten caminos que se dirijan hacia el crecimiento económico de bajo carbono.<sup>63</sup>

El costo-competitividad de las tecnologías de generación de energía renovable <sup>64</sup> ha alcanzado niveles históricos. La biomasa, la energía hidroeléctrica, geotérmica y eólica terrestre (onshore <sup>65</sup> ) pueden proporcionar electricidad de forma competitiva en comparación con la generación de energía de combustión de combustible fósil.

---

<sup>62</sup> Técnicas que tienen como objetivo prevenir y reducir la contaminación en el ambiente natural y la generación de desechos, además de aumentar la eficiencia del uso de recursos naturales como el agua y la energía, permitiendo generar beneficios económicos, optimizando costos y mejorando la competitividad de los productos.

<[www.dominicanaonline.org](http://www.dominicanaonline.org)>

<sup>63</sup> Estrategias de largo plazo que buscan un crecimiento económico resiliente (en el contexto de la ecología, la resiliencia es la capacidad de un determinado sistema que le permite recuperar el equilibrio después de haber sufrido una perturbación. Este concepto se refiere a la capacidad de restauración de un sistema. El término de resiliencia del medio ambiente fue conocido a partir de 1970, gracias al trabajo del famoso ecologista canadiense C. S. Holling.

Esto es, un desarrollo económico que no produce emisiones de carbono.

<[www.significados.com/resiliencia/](http://www.significados.com/resiliencia/)>

<sup>64</sup> Un reciente estudio conjunto WEC-BNEF (Bloomberg New Energy Finance) define el costo estandarizado de la electricidad (LCOE) para una serie de tecnologías de uso general. LCOE es el precio que se debe recibir por una unidad de producción como pago para producir energía con el propósito de lograr una rentabilidad financiera (retorno) especificada - o para decirlo simplemente, el precio que el proyecto debe ganar por megavatio - hora con el fin de alcanzar el equilibrio. El cálculo LCOE estandariza las unidades de medición de los costos del ciclo de vida de la producción de electricidad facilitando de esta manera, la comparación del costo de producción de un megavatio - hora para cada tecnología.

<[www.worldenergy.org](http://www.worldenergy.org)>

<sup>65</sup> Situado o que ocurren en tierra.

Este incremento en el nivel de competitividad, se debe a que las tecnologías para la generación de energía renovable seguirán presentando una disminución en los costos de producción debido al aceleramiento del progreso tecnológico y al crecimiento en la manufactura de equipo verde; como consecuencia del impulso que ha recibido la industria, reflejado en un incremento significativo en la inversión en investigación.

Ejemplo de ello es que el costo de la electricidad producida por energía solar fotovoltaica se ha reducido a la mitad entre 2010 y 2014, de modo que la energía solar fotovoltaica (PV<sup>66</sup>) es también cada vez más competitiva a escala de servicios públicos.

El precio de los módulos fotovoltaicos solares en 2014 era alrededor de un 75% más bajos que sus niveles a finales de 2009. Entre 2010 y 2014 el total de los costos de instalación de los sistemas fotovoltaicos a escala comercial se han reducido en un 29% a 65%, dependiendo de la región.<sup>67</sup>

El objetivo más importante hacia un futuro sostenible es aumentar el uso de energías renovables en todo el mundo, ya que la energía renovable es la esfera más importante del sector de energía debido a su capacidad para reducir las emisiones de GEI como la contaminación y de igual forma para aprovechar fuentes de energía locales y descentralizadas, como los recursos: eólicos, solares, hidroeléctricos, mareomotrices, geotérmicos y de biomasa.

Estas fuentes renovables, conllevan el beneficio de estimular el empleo, el desarrollo tecnológico, la eficiencia energética y el crecimiento económico de bajo carbono. Por eso es indudable que las energías renovables constituyen un elemento clave de un futuro sostenible.

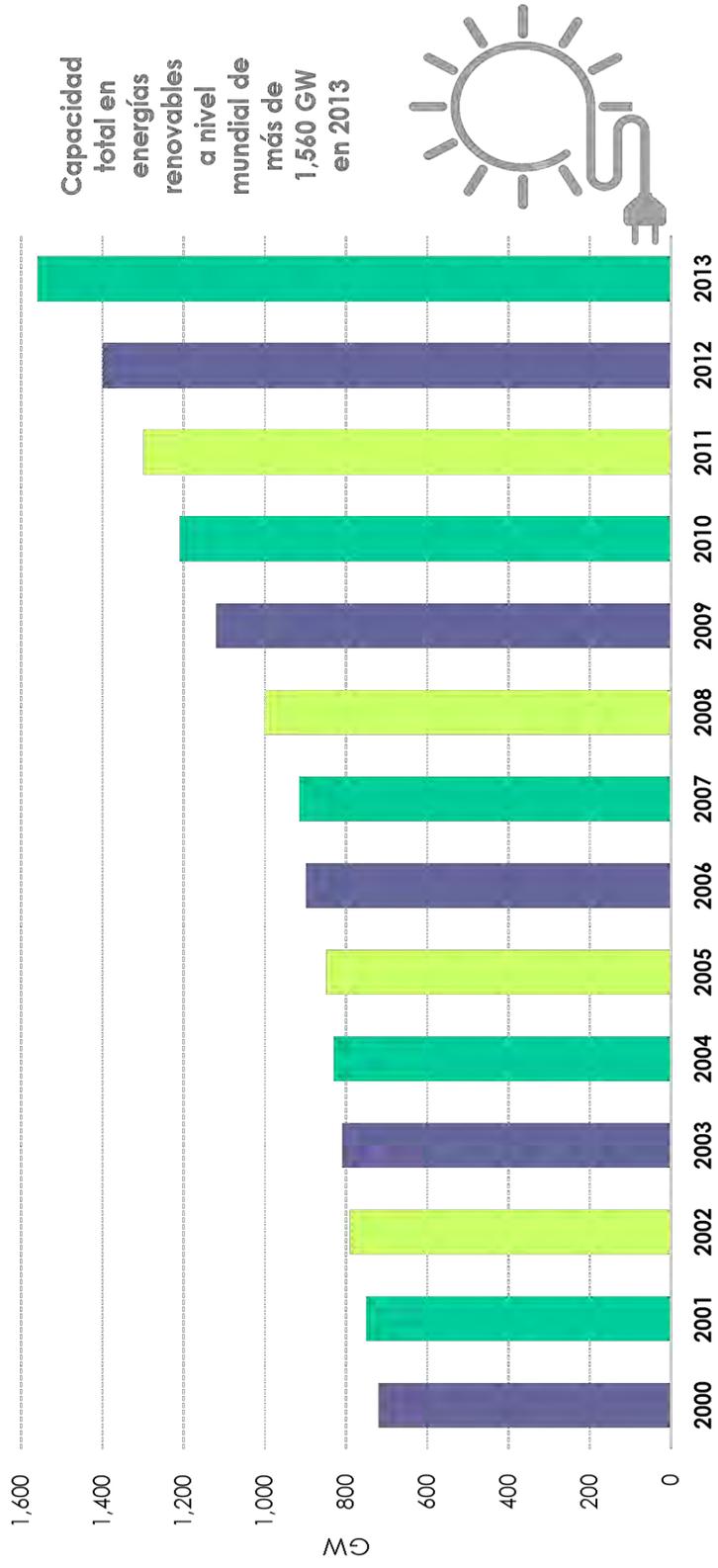
---

<sup>66</sup> Solar Photovoltaic

<sup>67</sup> Renewable Power Generation Costs in 2014; Enero 2015 IRENA  
<[www.irena.org](http://www.irena.org)>

Gráfico 4.

### Capacidad Global Acumulada Instalada de Energía Renovable



Fuente: Renewable Power Generation Costs in 2014; January 2015 IRENA

<[www.irena.org](http://www.irena.org)>

Como un primer dato tenemos que el uso de energías renovables aumentó considerablemente durante el año 2013, con una capacidad total en energías renovables a nivel mundial de más de 1,560 GW en 2013, lo cual podemos observar a más detalle en el Gráfico 4.

Esto quiere decir que las energías renovables ofrecen la posibilidad de satisfacer la demanda de energía a nivel mundial de una manera ecológica y sostenible.

En sólo un par de décadas, América Latina y el Caribe se han convertido en un centro para las energías limpias. En el 2013, 16 mil MDD fueron invertidos en energía renovable en la región, el equivalente al 7% de las inversiones mundiales en energía limpia.

Costa Rica, Uruguay, Brasil, Chile y México personifican los esfuerzos que la región está haciendo para acelerar el cambio de paradigma necesario. Actualmente, sólo el 6% de la energía en la región proviene de fuentes modernas como lo es la solar, eólica, biomasa o geotérmica. Sin embargo, se espera que para el 2050 esta cifra alcance el 20%.<sup>68</sup>

---

<sup>68</sup> WWF "LÍDERES EN ENERGÍA LIMPIA Países Top en Energía Renovable en Latinoamérica" <[www.awsassets.wwf.es](http://www.awsassets.wwf.es)>

El impulso dado al desarrollo de la tecnología asociada al aprovechamiento de las energías renovables a partir de la década de los setenta,<sup>69</sup> ha permitido que diversas tecnologías en fase experimental se conviertan en un producto capaz de competir en el mercado y ganar terreno a otras alternativas que operan con combustibles fósiles.

Claramente, hay una oportunidad económica y financiera relevante para invertir en energía renovable, junto a una enorme obligación mundial de disminuir la dependencia de combustibles fósiles que son los principales causantes del calentamiento global.

---

<sup>69</sup> La crisis petrolera de mediados de la década de los setenta marcó el inicio de esta evolución. La "crisis del petróleo de 1973" tuvo su antecedente en el desorden del sistema monetario internacional, precipitado por la caída del dólar. Las dificultades que la guerra de Vietnam estaba provocando en la economía norteamericana llevaron al presidente Nixon a desligar el dólar del patrón-oro. (El sistema acuñado en Bretton Woods en 1944 que había garantizado la estabilidad monetaria vino a su fin). Las principales monedas del mundo occidental flotaron en un contexto de gran inestabilidad.

En ese contexto la reacción de la OPEP al apoyo occidental a Israel en la guerra de Yom Kippur precipitó un brusco ascenso del precio del petróleo que desestabilizó totalmente la economía internacional. El precio del crudo se cuadruplicó de octubre a diciembre de 1973, incluso los países árabes establecieron un embargo de petróleo contra los países que más claramente habían apoyado a Israel, como EE.UU. u Holanda.

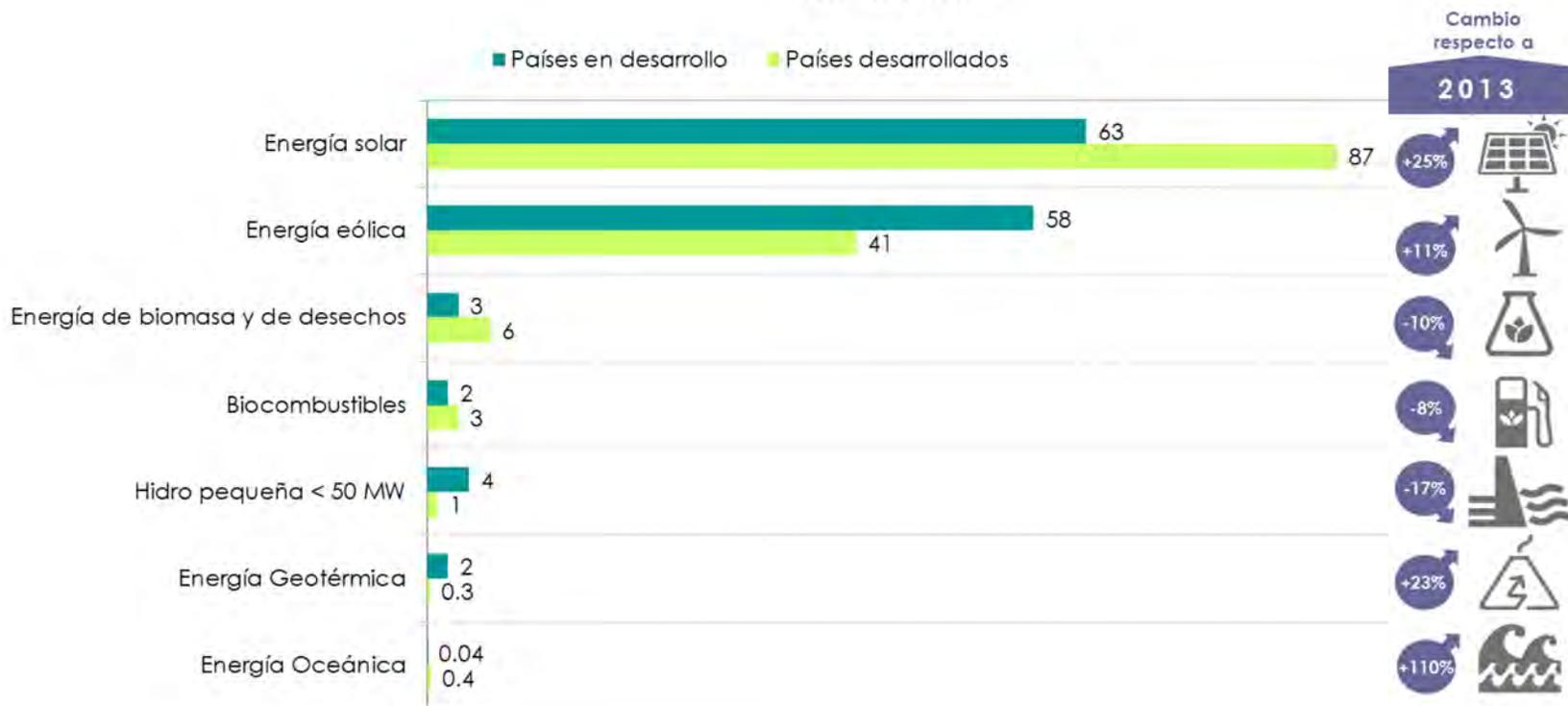
Instituto de Investigaciones Eléctricas

<[www.iie.org.mx](http://www.iie.org.mx)>

Gráfico 5.

### Inversión mundial nueva en energía renovable por tecnología, países desarrollados y en desarrollo 2014

Billones USD



Nota: MW=Mega Watts Fuente: Renewables 2015 global status report / Reporte de la situación mundial de las energías renovables 2015 <[www.ren21.net](http://www.ren21.net)>

En el Gráfico 5, podemos observar que los países en desarrollo con sus respectivas limitaciones de recursos financieros y su aspiración a mayores tasas de crecimiento económico y mejores niveles de vida para su población en constante crecimiento, y no habiendo sido históricamente generadores de las emisiones de GEI, a pesar de que no están en condiciones de asumir grandes compromisos de mitigación, lo han hecho.

Un claro ejemplo es Costa Rica; hace más de un siglo, San José<sup>70</sup> se convirtió en la tercera ciudad en el mundo y la primera en América Latina en iluminar sus calles con energía eléctrica. En 1984, 25 lámparas alimentadas por una pequeña central hidroeléctrica establecieron los primeros pasos hacia un futuro brillante y limpio para Costa Rica.

Hoy en día, Costa Rica está cerca de alcanzar un nuevo hito en su historia energética: convertirse en el primer país en América Latina impulsado por energía 100% renovable.

Como es el caso en muchos países de América Latina, el CC es la mayor amenaza para su sistema de energía. Es probable que, entre los múltiples riesgos que plantea a la región, el Cambio Climático tenga impactos significativos sobre la precipitación pluvial. Los cambios en los patrones de las lluvias podrían particularmente poner en peligro a la generación de energía hidroeléctrica, que es la principal fuente de electricidad de Costa Rica.

Consciente de los riesgos que representa contar con una sola fuente importante de generación eléctrica, el gobierno de Costa Rica ha optado por un objetivo de energías 100% renovables para el año 2021.

En el 2013, Costa Rica generó unos 10,100 MWh<sup>71</sup> de electricidad, de los cuales el 87% provinieron de fuentes renovables. A pesar de que la mayoría provinieron de la generación de energía hidroeléctrica, alrededor del 20%

---

<sup>70</sup> San José es la capital de la República de Costa Rica. San José es el centro político, económico y social más importante del territorio costarricense.

<sup>71</sup> El megavatio-hora (MWh) es una unidad de medida de energía eléctrica, equivalente a un millón de vatios-hora. Es la energía necesaria para suministrar una potencia constante de un megavatio durante una hora.

del total de electricidad renovable fue generado a partir de fuentes de energía renovables no convencionales.<sup>72</sup>

Del otro lado del mundo, Alemania es un país líder a nivel mundial en eficiencia energética. El banco estatal de desarrollo de Alemania, el KfW,<sup>73</sup> tiene un papel fundamental en la concesión de préstamos y subsidios para la inversión en medidas de eficiencia energética en edificios y en la industria, lo cual ha atraído importantes fondos privados.

En este ámbito, el KfW Banco de Desarrollo es una de las mayores entidades financieras de todo el mundo. Con los proyectos en materia de clima y medio ambiente fomentados por encargo del Gobierno Federal alemán en el año 2013 por valor de 2,800 MDE,<sup>74</sup> se ahorrarán en los próximos años unos 9 millones de toneladas anuales de emisiones de dióxido de carbono. Esta cifra equivale aproximadamente a las emisiones anuales de Chipre.<sup>75</sup>

El Gobierno Federal tiene el propósito de reducir las emisiones de GEI en un 40% de aquí a 2020 en comparación con los niveles de 1990. En paralelo está previsto promover consecuentemente la expansión de las energías renovables y seguir mejorando la eficiencia energética.

La meta es que las energías renovables sean la base principal del abastecimiento energético.

En Alemania el porcentaje de las energías renovables en el consumo total de energía ya se eleva a más del 10%. Con cerca del 14% de la potencia eólica mundial, Alemania es, por detrás de China y los EE.UU., el tercer país productor de energía eólica del mundo.

Es así como nos damos cuenta de que a pesar de que muchas tecnologías de energía renovable han experimentado una expansión rápida, el crecimiento de la capacidad de generación, así como las mejoras en la eficiencia energética se encuentran debajo del porcentaje necesario para alcanzar las metas de la iniciativa Energía Sostenible para El objetivo de La

---

<sup>72</sup> WFF "LÍDERES EN ENERGÍA LIMPIA Países Top en Energía Renovable en Latinoamérica" Noviembre 2014.

<[www.awsassets.wwf.es](http://www.awsassets.wwf.es)>

<sup>73</sup> Kreditanstalt für Wiederaufbau

<sup>74</sup> Millones de Euros

<sup>75</sup> KfW Banco de Desarrollo Hechos y cifras mayo 2014

<[www.kfw-entwicklungsbank.de](http://www.kfw-entwicklungsbank.de)>

Energía Sostenible para Todos <sup>76</sup>(SE4ALL<sup>77</sup> por sus siglas en inglés), consisten en duplicar el nivel de uso de energía renovable, duplicar las mejoras mundiales en eficiencia energética, y proporcionar acceso universal a la energía para el año 2030.

El mundo no está obligado a elegir entre evitar el Cambio Climático (CC) o promover el crecimiento y desarrollo. Los cambios habidos en las tecnologías energéticas y en la estructura de las economías han creado oportunidades para desvincular el crecimiento de las emisiones de GEI.<sup>78</sup>

¿Qué acciones se han tomado para lograrlo? Eliminando los subsidios a los combustibles fósiles, construir ciudades resilientes, <sup>79</sup> aumentando la eficiencia energética y el uso de energía renovable, entre otros.

Por tanto, el hacer caso omiso del CC y no continuar implementando este tipo de acciones llegará, con el tiempo, a perjudicar el crecimiento económico.

Para ejemplificar lo mencionado anteriormente, la inversión mundial en energías renovables repuntó considerablemente, registrando un aumento del 17% a \$270,000 MDD invertidos en el 2014 (Gráfico 6) después de dos años de declive y dejando de lado el desafío planteados por la fuerte baja del precio del petróleo crudo.

---

<sup>76</sup> La Energía Sostenible para Todos (SE4All) es una asociación de múltiples partes interesadas entre los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil. Lanzado por el Secretario General de la ONU en 2011, propone alcanzar tres objetivos interrelacionados para el año 2030:

1. Garantizar el acceso universal a servicios energéticos modernos.
2. Duplicar la tasa mundial de mejora en la eficiencia energética.
3. Duplicar la participación de las energías renovables en la matriz energética global.

<[www.iadb.org](http://www.iadb.org)>

<sup>77</sup> <[www.se4all.org](http://www.se4all.org)>

<sup>78</sup> Correlación inversa entre emisiones de GEI y crecimiento económico. Reducción de emisiones de GEI mientras que el PIB sigue creciendo.

<sup>79</sup> Resiliencia: Capacidad de un sistema social o ecológico de absorber una alteración sin perder ni su estructura básica o sus modos de funcionamiento, ni su capacidad de auto organización, ni su capacidad de adaptación al estrés y al cambio (IPCC, 2007).

En el Gráfico 6 podemos observar el comportamiento histórico de la Inversión mundial en energías nuevas tanto para los países desarrollados como los que están en desarrollo.

Es claro observar que el incremento de la inversión por parte de los países en desarrollo como China, tiene una conducta potencialmente creciente, a comparación de la inversión realizada por los países en desarrollo, ya que estos tienen un ligero declive del monto invertido. Pese a este comportamiento, las economías desarrolladas siguen teniendo un mayor monto invertido con respecto al resto de los países en desarrollo.

Otro aspecto importante es que, a pesar de la crisis hipotecaria del año 2008, podemos observar que, si bien hubo una reducción en la suma total invertida, no resultó ser tan significativa como en otro tipo de indicadores.

La caída de la inversión en energías renovables a partir del 2012 coincide con la caída de los precios del petróleo (Gráfico 7); sin embargo, podemos observar que para el año 2014 se recuperó alcanzando una inversión total de 270 billones de dólares.

Gráfico 6.

### Flujos de Inversión Billones USD



Fuente: Renewables 2015 global status report/ Reporte de la situación mundial de las energías renovables 2015

<[www.ren21.net](http://www.ren21.net)>

El World Bank (Global Economic Prospects January 2015) identifica cuatro razones para la caída del precio del petróleo de 2014-2015:<sup>80</sup>

1. El exceso de oferta en un momento de debilitamiento de la demanda

La Administración de Información Energética de Estados Unidos (Energy Information Administration EIA) calcula que los inventarios globales de crudo aumentaron en casi 0.8 millones de barriles diarios en 2014, lo que constituye el mayor incremento desde 2008, año en el que la caída de la demanda de petróleo asociada con la crisis financiera y económica global se tradujo en un desplome de los precios del crudo en el segundo semestre.

2. Un cambio en los objetivos de la OPEP

*Arabia Saudita, ha venido actuando tradicionalmente como el "swing producer" <sup>81</sup> del cartel, utilizando su capacidad de producción excedentaria para aumentar o reducir el suministro de petróleo con el fin de estabilizar los precios en una determinada franja.*

Sin embargo, dicha política cambió drásticamente en la reunión celebrada el 27 de noviembre del 2014 en Viena. En el transcurso de esta, pese a la oposición de algunos países miembros, que pedían un recorte de la producción para impulsar los precios al alza, Arabia Saudita, con el apoyo de las otras monarquías de El Golfo<sup>82</sup>, impuso la decisión de mantener inalterada la producción del cartel, fijada en 30 millones de barriles diarios

---

<sup>80</sup> el desplome 2014-2015 de los precios del crudo: causas y previsiones a corto plazo. Informe estratégico de la fundación para la sostenibilidad energética y ambiental febrero de 2015 Realizado por Mariano Marzo Carpio\* Departamento de Estratigrafía, Paleontología y Geociencias Marinas, Facultad de Geología, Universidad de Barcelona.

<sup>81</sup> Productor columpio. Por definición, un productor de swing es un proveedor que tiene una gran cantidad de capacidad sobrante; Tanto que pueden influir en los precios de mercado al aumentar su producción hacia arriba o hacia abajo a voluntad. Típicamente, los productores de la oscilación intentan "equilibrar", o regulan artificialmente el mercado para mantener precios robustos y estables.

<sup>82</sup> Monarquías del Golfo es un término geopolítico con el que se designa al conjunto de países del Golfo Pérsico, todos ellos países musulmanes y árabes, que se gobiernan por monarquías. El más poblado y extenso es Arabia Saudita, y los demás, pequeños y poco poblados, pero también muy ricos a causa de sus yacimientos de petróleo son: Kuwait, Emiratos Árabes Unidos (una federación de estados), Omán, Catar y Baréin.

(objetivo que fue sobrepasado de forma sistemática en el transcurso de los últimos seis meses previos a la reunión).

El argumento empleado para justificar la medida era que la OPEP necesitaba hacer frente al aumento de la producción ajena al cartel, especialmente a la de Light Tight Oil (LTO)<sup>83</sup> en Estados Unidos, y que la solución a los bajos precios era, paradójicamente, permitir que estos continuaran cayendo, para así forzar la retirada del mercado del petróleo de fracking<sup>84</sup>, y de otros con elevados costos de producción.

Se trataba, en suma, de retirar la “subvención” que los precios altos suponen para la extracción de los petróleos más caros y de dejar que el mercado se corrigiera por sí solo.

### 3. La disminución de la preocupación en torno a las interrupciones de suministro por causas geopolíticas

Las interrupciones derivadas de los conflictos en Oriente Medio y el norte de África fueron menores de lo esperado. En Libia, a pesar de la guerra civil, en el tercer trimestre la producción se recuperó en 0.5 millones de barriles diarios, mientras que en Irak, tras el estancamiento del avance de los yihadistas<sup>85</sup> del Estado Islámico, la producción apenas se vio afectada.

---

<sup>83</sup>. Tight oil es el petróleo convencional que se encuentra dentro de los depósitos de muy baja permeabilidad. El aceite contenido dentro de estas rocas del yacimiento normalmente no fluye al pozo a precios económicos sin la ayuda de los procesos de perforación y terminación de tecnología avanzada. Comúnmente, la perforación horizontal junto con la fracturación de múltiples etapas se utiliza para acceder a estos depósitos difíciles de extraer.

“Understanding Tight Oil” CSUR Canadian Society for Unconventional Resources. Information about Canada’s emerging energy resources.

<sup>84</sup> Se trata del petróleo y gas natural que se encuentran atrapados en los poros de formaciones rocosas poco permeables denominadas lutitas bituminosas situadas en el subsuelo. Debido a la baja permeabilidad de las lutitas, la extracción de los hidrocarburos requiere la utilización de la fracturación hidráulica o fracking. Alianza Mexicana Contra el Fracking <[www.nofrackingmexico.org](http://www.nofrackingmexico.org)>

<sup>85</sup> El yihadismo es un neologismo occidental utilizado para denominar a las ramas más violentas y radicales dentro del islam político, caracterizadas por la frecuente y brutal utilización del terrorismo, en nombre de una supuesta yihad, a la cual sus seguidores llaman una «guerra santa» en el nombre de Alá.

Por otra parte, las sanciones impuestas a Rusia por la UE y los EEUU<sup>86</sup> con motivo del conflicto en Ucrania no han tenido efecto alguno en los mercados con posterioridad a Junio de 2014.

#### 4. La apreciación del dólar estadounidense

Un dólar más fuerte suele tener un impacto negativo sobre el precio del petróleo ya que la demanda acostumbra a disminuir en aquellos países importadores que ven afectado el poder adquisitivo de su moneda.

---

<sup>86</sup> Medidas que restringen la financiación y el comercio con Rusia, así como una lista de personas y empresas con veto en la UE y Estados Unidos.

Gráfico 7.

### Promedio USD barril petróleo crudo 2000-2015p



p: parcial

Fuente: Renewables 2015 global status report/ Reporte de la situación mundial de las energías renovables 2015

<[www.ren21.net](http://www.ren21.net)>

¿Por qué el interés en el comportamiento del petróleo? Debido al papel tan importante que juega como una de las principales fuentes de energía, debido a que la mayoría de países del mundo mueven sus economías a base de petróleo y sus derivados.

El descenso en los precios del petróleo ha ocasionado pérdidas en los mercados financieros, retrasos en los proyectos de inversión para extracción de petróleo y, en el caso de México, ajustes en el gasto público y mermas en la expectativa de crecimiento como consecuencia de la reducción de los ingresos petroleros esperados.

Pero basándonos en las estadísticas que se mencionaron anteriormente referentes a el aumento en la eficiencia energética y la reducción de los costos en la implementación de energías renovables, **“Será entre 2025 y 2029 que el petróleo quede desplazado como principal negocio dentro de la industria energética, afirma Jennifer Medina, Chief of Intelligence & Innovation de BigFoot, una firma de inteligencia de mercados y análisis de tendencias del futuro”**.<sup>87</sup>

El petróleo se agotará y su sustitución paulatina está ya en marcha. Como observamos en nuestro Gráfico 6, a pesar de la caída en los precios del petróleo, la inversión en energías limpias no se ha visto amenazada, al contrario; tuvo un incremento y la principal razón para este aumento fue la mayor expansión de instalaciones solares en China y Japón, así como las inversiones récord en energía eólica marina (*offshore*).

La energía generada a partir de fuentes eólica, solar, biomasa y residuos, geotérmica, hidroeléctrica de baja potencia y energía marina aportaron con un 9.1% a la generación de electricidad mundial en el 2014, frente a sólo el 8.5% en el 2013. En otras palabras, el sistema mundial de electricidad emitió 1.3 GtCO<sub>2</sub>,<sup>88</sup> menos en el 2014.

China registró, con la mayor inversión en energías renovables el año pasado; un récord de \$83,000 MDD, 39% más que en el 2013. Estados Unidos fue segundo con \$38,000 MDD, 7% durante el año. En tercer lugar, se encuentra Japón, con \$35,000 MDD, 10% más que en el 2013 y su mayor total hasta ahora.

---

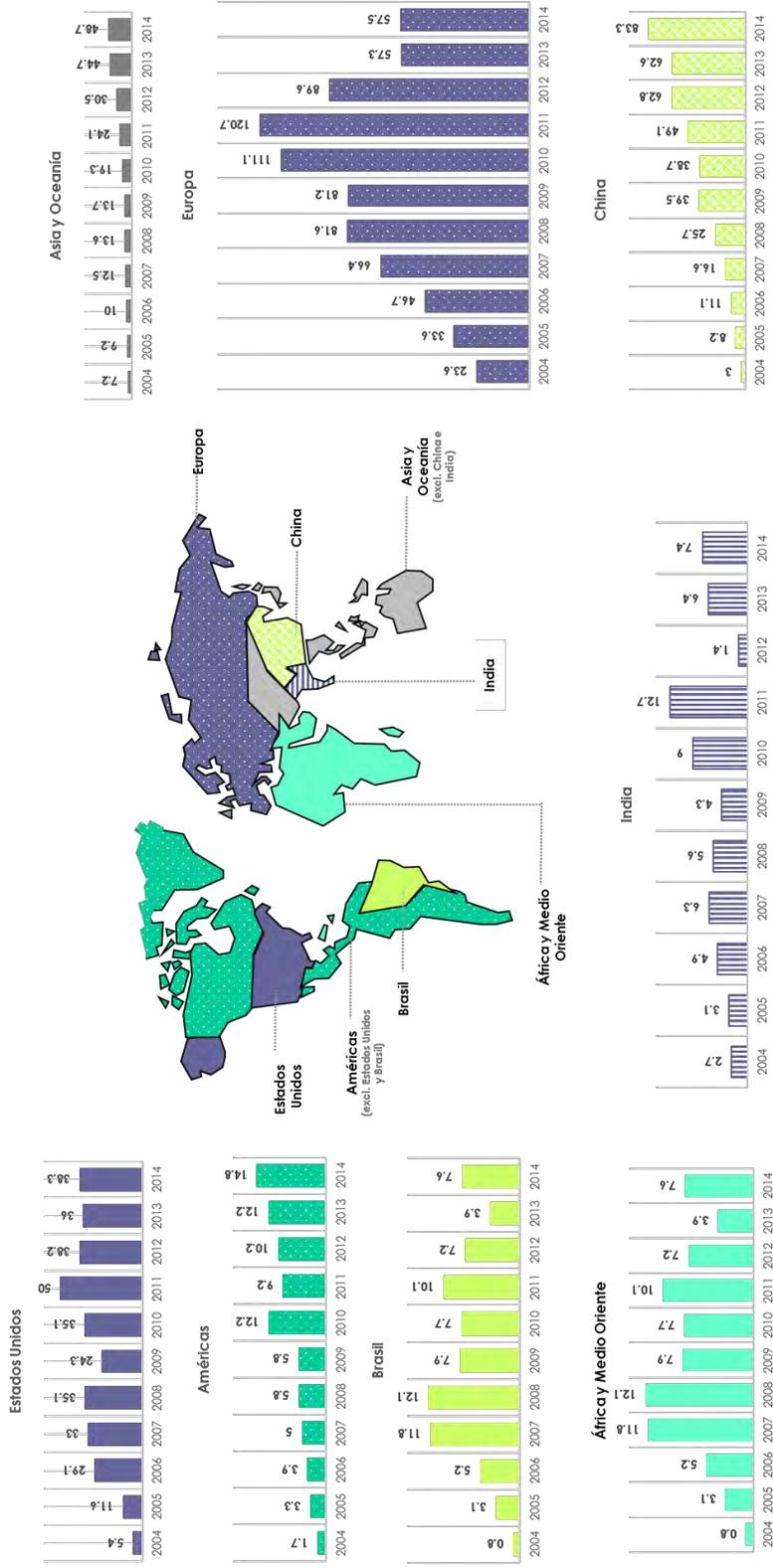
<sup>87</sup> <[www.forbes.com.mx](http://www.forbes.com.mx)>

<sup>88</sup> Gigatoneladas de dióxido de carbono.

Los biocombustibles cayeron en un 8%, la biomasa y la energía de residuos bajaron en un 10% y las pequeñas centrales hidroeléctricas se redujeron a un 17%. Sólo la energía geotérmica rompió la tendencia con un aumento del 23% (Gráfico 7).

Gráfico 8.

### Inversión mundial en energías y combustibles renovables, por región, 2004-2014 Billones USD



Fuente: RENEWABLES 2015 GLOBAL STATUS REPORT REPORTE DE LA SITUACIÓN MUNDIAL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES 2015 <[www.ren21.net](http://www.ren21.net)>

En el Gráfico 8, podemos observar de forma regional quien se ha encargado principalmente de la inversión mundial en energías y combustibles renovables.

Hay que destacar que el comportamiento de la inversión a lo largo de los años, en específico entre el periodo del 2004-2014 se ha transformado, ya que los personajes principales han cambiado o se han integrado nuevos bajo el contexto de una búsqueda de economías resilientes.

Ejemplo claro en el comportamiento de la inversión en los últimos años es China ya que, si bien en el 2004 sólo había invertido 3 billones de dólares, para el 2014 la inversión que destinó a energías y combustibles renovables fue de 83 billones de dólares.

Para el año 2004 la región de Europa era la principal inversora; hoy día se coloca en segundo lugar bajo China y en tercer lugar se encuentra Estados Unidos.

De tal forma que las energías limpias y renovables han tenido tal éxito que se refleja en sus más de 2 trillones de dólares de inversión movilizados desde el 2004.<sup>89</sup>

Las energías renovables representaron casi la mitad de toda la capacidad de generación eléctrica nueva en 2014, liderada por el crecimiento en China, Estados Unidos, Japón y Alemania, con inversiones que siguen siendo elevadas (270 000 millones USD) y costos que continúan cayendo.

La intensidad energética<sup>90</sup> de la economía mundial decayó un 2.3% (Gráfico 9) en 2014, más del doble de la tasa media de caída durante la última década, como resultado de la mejora de la eficiencia energética y de los cambios estructurales en algunas economías como China.

---

<sup>89</sup> Véase el noveno reporte anual del PNUM "Tendencias Globales en la Inversión de Energías Renovables", preparado por el Centro de Colaboración Frankfurt School-PNUMA y Bloomberg New Energy Finance. Marzo 2015.

<sup>90</sup> Cantidad de energía usada por cada mil dólares producidos (Kep/1000 US\$ del PBI).

Las mejoras de la Eficiencia Energética conllevan una reducción de la intensidad energética

<[www.fao.org](http://www.fao.org)>

De tal forma que a pesar de que exista una caída en los precios del petróleo llegaríamos en algún momento, no muy lejano en el que el mercado presente la condición de “Grid Parity.”<sup>91</sup>

El término Grid Parity se refiere al momento en que una fuente de energía alternativa puede generar electricidad a un costo normalizado menor o igual al precio de compra de energía de la red eléctrica.<sup>92</sup>

El término se utiliza con mayor frecuencia cuando se habla de las fuentes de energía renovables, especialmente la energía solar y eólica.

Un reporte del Deutsche Bank prevé que 80% del mercado global alcanzará la condición Grid Parity para 2017: “Incluso cuando el precio del petróleo caiga, la energía solar se va a volver más competitiva, pues el precio podría caer 40% en los próximos cinco años en la mayoría de los mercados.”

¿Por qué hoy, en 2015, las más grandes petroleras del mundo apuestan por energías renovables? Como lo hemos visto a lo largo del desarrollo de este trabajo, la tendencia apunta a que el petróleo dejará de ser el rey del sector energético en menos tiempo del que imaginábamos; y por ello la petrolera Shell en el 2011 anunció una inversión de 100,000 MDD para la producción de energía alternativa.

De igual forma los herederos de la familia Rockefeller,<sup>93</sup> que lograron su vasta fortuna con el petróleo, venderán sus inversiones en combustibles fósiles para reinvertirlas en energía limpia anunciado en el 2014.<sup>94</sup>

La clave está tanto en el incremento de la inversión como en la reducción en la intensificación energética. En base a expertos, se afirma que las emisiones pueden reducirse mediante una mayor eficiencia energética haciendo referencia a **“todas las acciones que conlleven a una reducción económicamente viable de la cantidad de energía necesaria para satisfacer las necesidades energéticas de los servicios y bienes que requiere la sociedad, asegurando un nivel de calidad igual o superior y una disminución de los impactos ambientales negativos derivados de la**

---

<sup>91</sup> Paridad de Red. se define como la condición que se da cuando una fuente de generación de energía eléctrica es capaz de producir a un coste inferior o igual al precio generalista de compra de la electricidad directamente de la red eléctrica.

<sup>92</sup> <[www.forbes.com.mx](http://www.forbes.com.mx)>

<sup>93</sup> Rockefeller fue uno de los fundadores, en 1870, de la Standard Oil Company, que se convirtió en la mayor compañía refinadora de petróleo del mundo y gracias a la cual se hizo el hombre más rico del planeta.

<sup>94</sup> <[www.bbc.com](http://www.bbc.com)>

generación, **distribución y consumo de energía**",<sup>95</sup> modificaciones de la demanda, y la adopción de tecnologías de energía limpia.<sup>96</sup>

El suministro total de energía,<sup>97</sup> reducido a través de mejoras en la eficiencia energética tiene un impacto directo en las emisiones de CO<sup>2</sup> observado por la reducción del volumen de la combustión de combustibles fósiles (gas natural en los procesos industriales de calefacción y, en el transporte, la gasolina, entre otros) en el uso final de la energía.

De igual forma, también existe un efecto indirecto cuando la reducción del uso de combustibles fósiles en los procesos de transformación lleva a reducir las emisiones (por ejemplo, por el consumo evitado de electricidad generada a partir de combustibles fósiles).

La intensidad energética hace referencia a la cantidad de energía consumida por unidad de valor económico generado; a estructura económica constante y precios constantes. Ofrece una representación de la eficiencia de una economía.

Tal y como se ha hecho referencia anteriormente, mientras el PIB mundial crece, en los últimos años, a un ritmo en torno al 3%, la demanda de energía primaria lo hace al 2%. Esto hace que la intensidad energética mantenga una tendencia decreciente, derivada de una menor necesidad de incrementar los recursos energéticos para mantener un mismo nivel de crecimiento de la economía.

---

<sup>95</sup> Secretaría de Energía <[www.energia.gob.mx](http://www.energia.gob.mx)>

<sup>96</sup> La energía limpia es un sistema de producción de energía con exclusión de cualquier contaminación o la gestión mediante la que nos deshacemos de todos los residuos peligrosos para nuestro planeta. Las energías limpias son, entonces, aquellas que no generan residuos.

La energía limpia utiliza fuentes naturales tales como el viento y el agua. Las fuentes de energía limpias más comúnmente utilizadas son la energía geotérmica, que utiliza el calor interno de nuestro planeta, la energía eólica, la energía hidroeléctrica y la energía solar, frecuentemente utilizada para calentadores solares de agua.

<[www.compromisorse.com](http://www.compromisorse.com)>

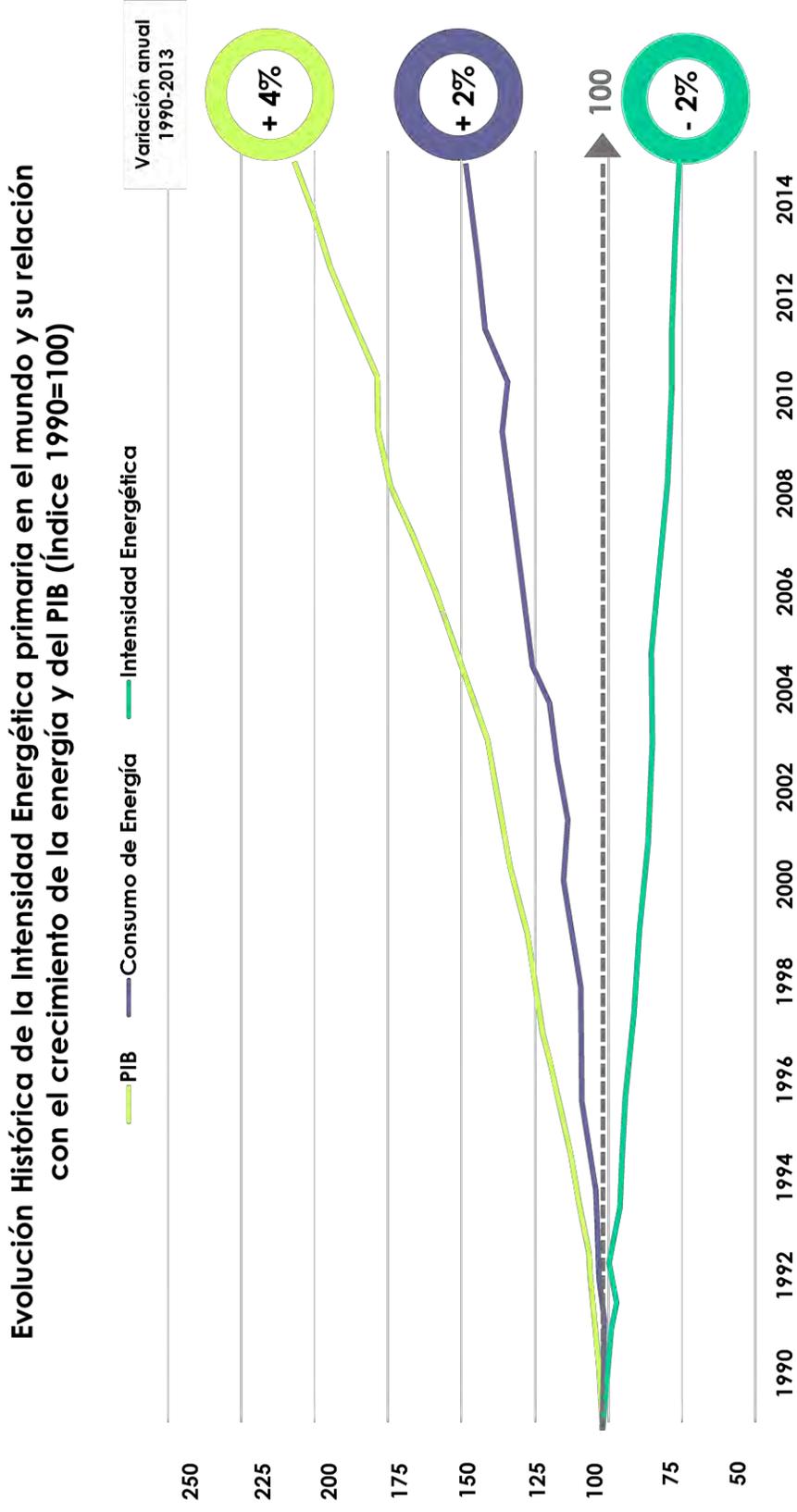
<sup>97</sup> El suministro total de energía primaria (OTEP/ Total Primary Energy Supply (TPES) es una medida de toda la energía utilizada en un país, incluyendo los combustibles primarios consumidos en la generación de electricidad.

En el Gráfico 9 se muestra la evolución de estas variables a escala mundial puede observarse como la intensidad energética ha seguido una tendencia decreciente. Así, desde 1990, se ha reducido cerca de un 30%, mientras que el PIB se ha duplicado y la demanda de energía se incrementó en un 30 por ciento. <sup>98</sup>

---

<sup>98</sup> "Eficiencia Energética e Intensidad de emisiones de gases de Efecto Invernadero en España 2015 "  
<[www.fundacionrepsol.com](http://www.fundacionrepsol.com)>

Gráfico 9.



Fuente: "Eficiencia Energética e Intensidad de emisiones de gases de Efecto Invernadero en España 2015 "

[http://www.fundacionrepsol.com/sites/default/files/proyectos-pdf/observatorio\\_de\\_energia\\_2015\\_fundacion\\_repsol.pdf](http://www.fundacionrepsol.com/sites/default/files/proyectos-pdf/observatorio_de_energia_2015_fundacion_repsol.pdf)

Las emisiones de CO<sup>2</sup> anuales de sectores de uso final de la energía en los países de la Agencia Internacional de Energía (AIE)<sup>99</sup> aumentó de 10.8 millones de toneladas de dióxido de carbono (10.8 Gt de CO<sub>2</sub>) en 1990 a un pico de 12.5 Gt de CO<sup>2</sup> en 2007, después de lo cual se redujo a 11.6 Gt de CO<sup>2</sup> para el año 2014.

Sin inversiones en eficiencia entre 1990 y 2014, las emisiones de CO<sup>2</sup> en la AIE habría sido un acumulado de 10.2 Gt de CO<sup>2</sup> superior, agregando efectivamente el valor de la AIE de emisiones del sector de uso final de la energía a la atmósfera casi un año. Sólo en 2014, la reducción de las emisiones de 820 Mt de CO<sup>2</sup> puede atribuirse al efecto de las mejoras de eficiencia logrado en los últimos 25 años. Lo cual podemos observar en la gráfica anterior. Gráfico 10.

El uso de fuentes energéticas de baja emisión de CO<sup>2</sup> se está extendiendo con rapidez y “hay signos de que el crecimiento de la economía mundial y el de las emisiones relacionadas con la energía tal vez estén empezando a **divergir**”<sup>100</sup>. La economía mundial creció en torno a un 3% en 2014, pero las emisiones de dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>) relacionadas con la energía permanecieron estables, siendo la primera vez en 40 años como mínimo que se constata semejante fenómeno fuera de una crisis económica.

---

<sup>99</sup> International Energy Agency (IEA) creada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) tras la crisis del petróleo de 1973, que busca coordinar las políticas energéticas de sus Estados miembros, con la finalidad de asegurar energía confiable, adquirible y limpia a sus respectivos habitantes.

La AIE cuenta con 29 Estados miembros:

Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Corea del Sur, Dinamarca, Eslovaquia, España, Estados Unidos, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Japón, Luxemburgo, Nueva Zelanda, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia, Suiza, Turquía.

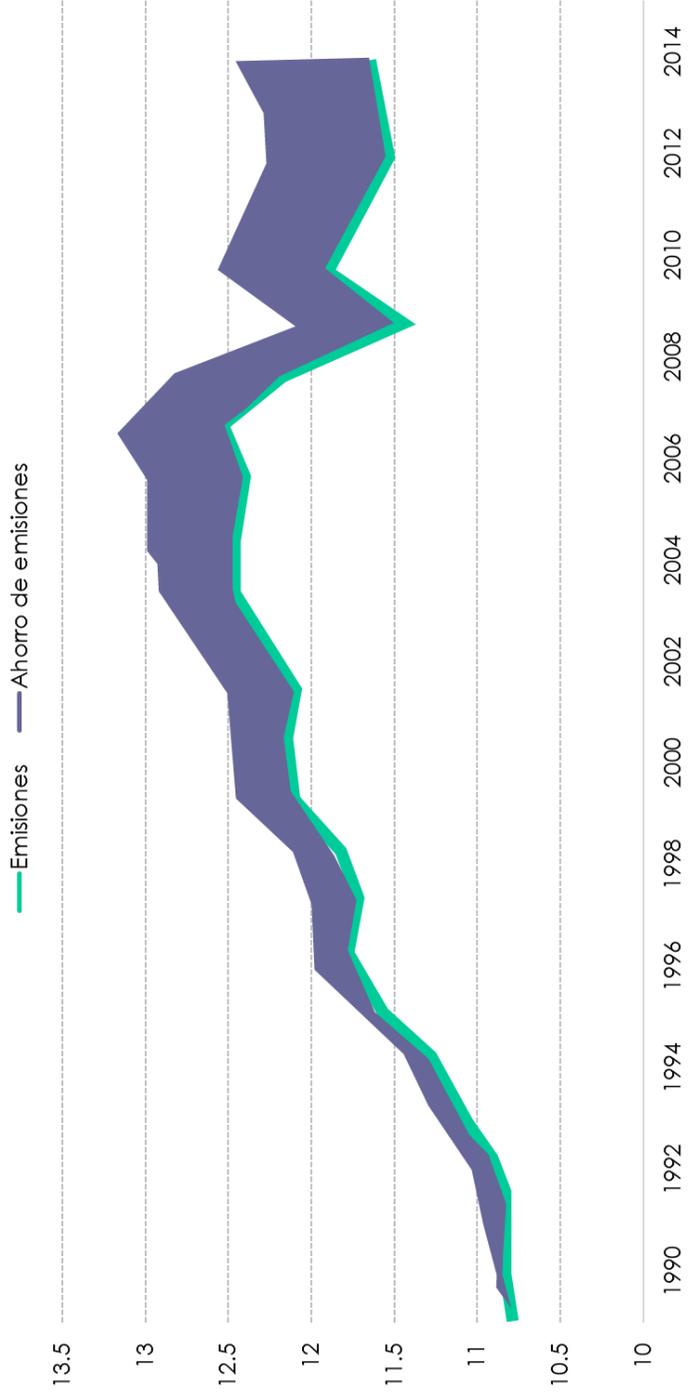
Sólo miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico pueden ser, asimismo, miembros de la Agencia Internacional de la Energía.

<sup>100</sup> *Energy Climate and Change World Energy Outlook, Special Report, 2015.*

Gráfico 10.

### Las emisiones de la AIE por la combustión de combustibles fósiles, y el ahorro de emisiones de las inversiones en eficiencia energética, 1990-2014

GtCO<sub>2</sub>



Fuente: "Energy Efficiency Market Report 2015" International Energy Agency (IEA)

Si bien implementar estrategias para mejorar la eficiencia energética y la inversión en tecnologías limpias contribuyen a la disminución de emisiones de GEI ¿Cómo vamos a poder financiar este tipo de estrategias? ¿Quién es el encargado de destinar recursos para financiarlas? ¿Cuál(es) es (son) el(los) criterio(s) para destinar las inversiones para poder hacerle frente a el Cambio Climático?

El sector privado y el público a través de políticas y la provisión de recursos son importantes para desarrollar las medidas de adaptación y mitigación.

Generalmente la participación que tienen, recae en el sector financiero ya sea por medio de la gestión de riesgos y el financiamiento de grandes proyectos.

De tal forma que, para poder poner en marcha, tanto medidas para la mitigación como para la adaptación al CC, es necesario contar con los recursos necesarios para desarrollar cada una de ellas, a lo cual se le suele denominar Financiamiento Climático.

El financiamiento disponible y las capacidades para absorber estos recursos varían de acuerdo al país; mientras que los países desarrollados poseen capacidades internas para generar y utilizar el Financiamiento Climático, muchos países en vías de desarrollo carecen de los recursos necesarios o de los sistemas y aptitudes institucionales o políticas para utilizar el Financiamiento Climático de manera efectiva.

Primero ¿qué es el financiamiento? Entendemos el financiamiento como el proceso en el que los recursos monetarios captados o recibidos por las instituciones financieras, por parte del público en general, se distribuyen entre los agentes económicos (familias, empresas y gobiernos) que los demandan para satisfacer las necesidades de desarrollo de sus principales actividades económicas (consumo, inversión y gasto).

De tal forma que llegamos a la pregunta ¿y qué es El Financiamiento Climático? Se refiere al conjunto de recursos financieros que se deben canalizar y movilizar de manera eficiente, equitativa y transparente; para facilitar la ejecución de acciones de mitigación y adaptación en los países en desarrollo como los desarrollados.<sup>101</sup>

---

<sup>101</sup> Finanzas Carbono, Plataforma sobre Financiamiento Climático para Latinoamérica y el Caribe  
<[www.finanzascarbono.org](http://www.finanzascarbono.org)>

La falta de un compromiso mundial de reducción de emisiones de GEI debido a que los países desarrollados no habían definido metas concretas de las reducciones y por otra parte los países en desarrollo se enfrentaban el dilema de cómo promover el crecimiento económico sin perjudicar el medio ambiente ocasionaba dificultades para alcanzar uno de los objetivos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC o sus siglas en inglés UNFCCC) el cual se refiere a evitar que la temperatura media del planeta rebase los 2° centígrados<sup>102</sup>, se encuentra estrechamente relacionado con el tema del Financiamiento Climático.

Por tratarse de un tema que no es solo financiero, sino también de comprensión del origen, objetivos y destino de los fondos, el análisis del financiamiento para enfrentar el Cambio Climático debe enmarcarse en los acuerdos y negociaciones internacionales para estabilizar las emisiones de GEI en la atmósfera y reducir la vulnerabilidad y los riesgos frente a la variabilidad climática, cuyo momento inicial es la suscripción de la CMNUCC.

La CMNUCC, abierta a la firma de los países el 9 de mayo de 1992, y aprobada en la Cumbre de la Tierra (Río 1992), entró en vigor en 1994. La CMNUCC y el Protocolo de Kioto (PK) constituyen los acuerdos internacionales más complejos y completos que se hayan suscrito en el marco de las Naciones Unidas y tienen como objetivo ser los primeros acuerdos mundiales en la nueva era de la globalización bajo el fin de la guerra fría.

---

<sup>102</sup> En el texto del acuerdo de Copenhague se establece la meta global de no llegar a un calentamiento de más de 2°C.

Esta meta consiste en una meta de concentración de emisiones de 450ppm CO<sub>2</sub>eq, de acuerdo al 4° Informe de Evaluación del IPCC. Los países desarrollados (Anexo I) deben reducir sus emisiones entre 25-40% por debajo de los niveles de 1990 en el 2020, y de 80-95% en 2050. Así mismo, se ha indicado que los países en desarrollo (y en especial los mayores emisores de GEI) deben lograr una desviación "sustancial" en sus emisiones. También se fija un acuerdo para el financiamiento en el corto plazo (de 30,000 MDD entre 2010 y 2012), y en el mediano plazo (llegando a 100,000 MDD anuales en el 2020).

"Convenio Marco sobre el Cambio Climático" Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 15° período de sesiones, celebrado en Copenhague del 7 al 19 de diciembre de 2009; FCCC/CP/2009/11/Add.1

<[www.cambioclimaticohn.org](http://www.cambioclimaticohn.org)>

En su Artículo 4, inciso 3, la CMNUCC establece que las partes que son países desarrollados que suscriben el Anexo I, deberán otorgar recursos financieros nuevos y adicionales a las partes que son países en desarrollo (Anexo II), para cubrir el total de los costos derivados de los compromisos adquiridos en la CMNUCC, compromisos que incluyen:

1. La elaboración de Inventarios Nacionales de emisiones de GEI<sup>103</sup>.
2. La elaboración de Programas Nacionales con las medidas a realizar de mitigación y adaptación, los informes que deben presentar a la CMNUCC con dichos inventarios (documento definido posteriormente como Comunicaciones Nacionales, que deberán incluir la descripción de las políticas y medidas adoptadas para enfrentar el CC.
3. Cubrir los costos incrementales o adicionales de las acciones voluntarias de mitigación y la transferencia de tecnología, cuya razón sea contribuir a alcanzar el objetivo de la Convención.

Por lo tanto, la CMNUCC misma que determina una estructura general para los esfuerzos intergubernamentales encaminados a resolver el desafío del Cambio Climático, establece compromisos por país para que los gobiernos se enfoquen en tres principales tareas:

- I. Recoger y compartir la información sobre las emisiones de GEI, las políticas nacionales y las prácticas óptimas.
- II. Llevar a cabo estrategias nacionales para abordar el problema de las emisiones de GEI y adaptarse a los efectos previstos, incluida la prestación de apoyo financiero y tecnológico a los países en desarrollo.

---

<sup>103</sup> "El inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos es un instrumento estratégico para la gestión de la calidad del aire. Un inventario permite conocer las fuentes emisoras de contaminantes, así como el tipo y cantidad de contaminantes que emite cada una de ellas".

Los inventarios de emisiones están integrados por:

- a) Fuentes de punto (industrias),
- b) Fuentes móviles (vehículos automotores que circulan por calles y carreteras),
- c) Fuentes de área (comercios, servicios, casas habitación y vehículos automotores que no circulan por carreteras)
- d) Fuentes naturales (erosión de suelo y emisiones biogénicas, entre otras).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT

<[www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)>

III. Cooperar para prepararse y adaptarse a los efectos del Cambio Climático.

Finalmente, buscan la estabilización de la concentración de los GEI en la atmósfera a un nivel que prevenga la peligrosa interferencia antropogénica con el sistema climático.

El PK definido como un instrumento legal vinculante adoptado por la CMNUCC el 11 de diciembre de 1997; establece metas para la reducción de Emisiones de GEI que son obligatorias para los países desarrollados y con economías en transición que lo hayan ratificado y que estén incluidos en el Anexo I de la CMNUCC.

En general el PK es considerado como primer paso importante hacia un régimen verdaderamente mundial de reducción y estabilización de las emisiones de GEI; proporciona la arquitectura esencial para cualquier acuerdo internacional sobre el Cambio Climático que se firme en el futuro.

El PK tiene los mismos objetivos y principios que la CMNUCC, pero la refuerza de manera significativa ya que, a través de él, las Partes incluidas en el Anexo I se comprometen a lograr objetivos individuales y jurídicamente vinculantes para limitar o reducir sus emisiones de GEI.

Establece metas de reducción de las emisiones para 37 países industrializados y la Unión Europea, reconociendo que son los principales responsables de los elevados niveles de emisiones de GEI que hay actualmente en la atmósfera, y que son el resultado de quemar fósiles combustibles durante más de 150 años.

En este sentido el Protocolo tiene un principio central: el de la **“responsabilidad común pero diferenciada”**. Lo que hace referencia a la historia del desarrollo económico en el mundo.

Actualmente existen tres tipos de Financiamiento para contrarrestar el Cambio Climático:

## Tipos de Financiamiento para contrarrestar el Cambio Climático

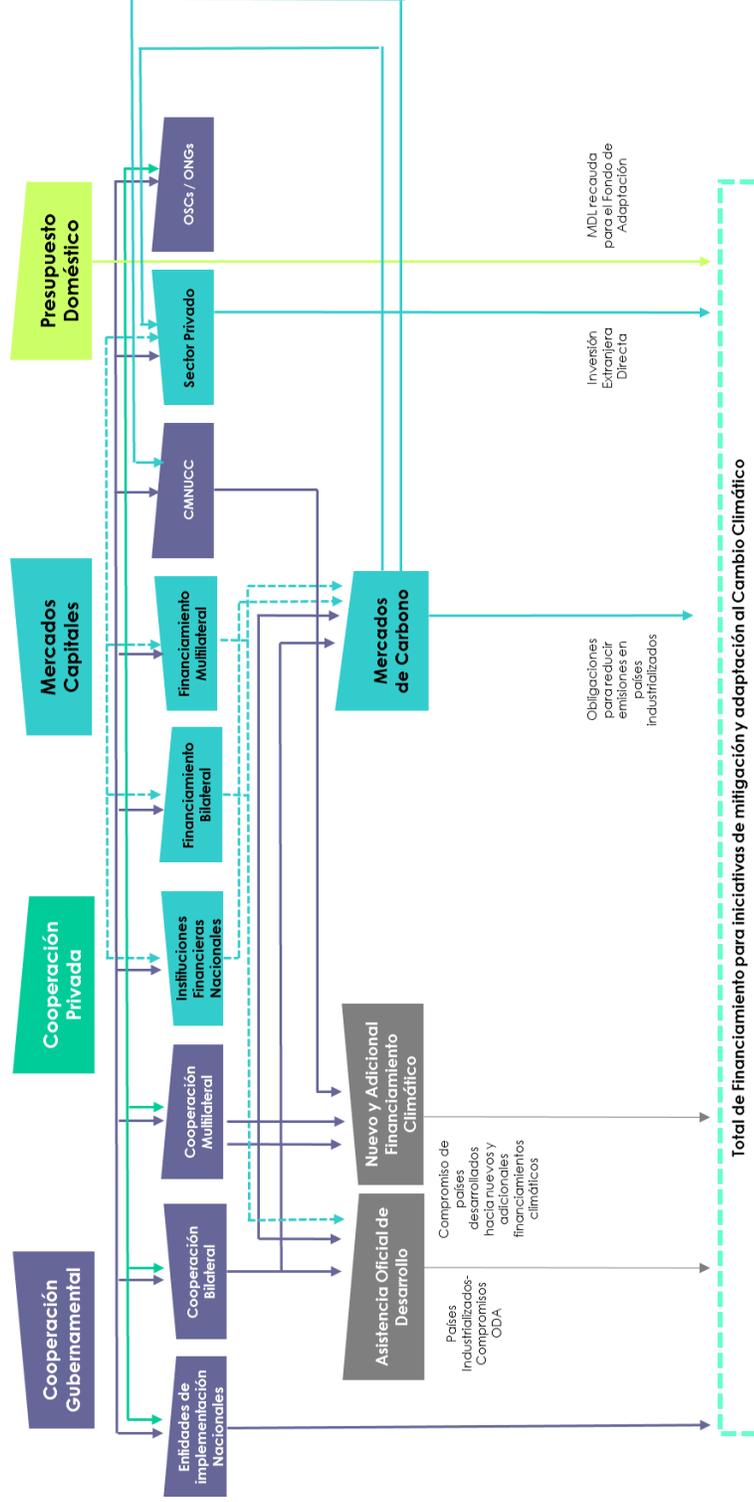
<b>Bilateral.</b>	<b>Multilaterales</b>	<b>Instrumentos establecidos por la UNFCCC</b>
Sus principales fuentes de financiamiento provienen de las donaciones de países desarrollados a países en vías de desarrollo por canales directos de financiamiento	Estos financiamientos se concentran en fondos de inversión climáticos y organismos multilaterales, como el Banco Mundial y los bancos multilaterales regionales	Estos financiamientos se establecieron en los procesos de gobernanza de los fondos y las implicaciones cuentan con la mayor legitimidad bajo el régimen de la Convención. Estos mecanismos se concentran en el GEF y el fondo de adaptación

Fuente: The Community Development Carbon Fund/ El Fondo de Desarrollo de la Comunidad de Carbono (CFCF).

Por consiguiente, acciones para promover el desarrollo de bajo en emisiones y adaptado al Cambio Climático deberán ser iniciativas en gran parte basadas en políticas públicas y financiadas por el sector privado, donde se utilizan las finanzas públicas internacionales como catalizadores, en conjunto con flujos mucho más grandes de capital.

Figura 5.

### Flujos Existentes De Financiamiento Para Cambio Climático



ONG: Organización no Gubernamental  
 OSC: Organizaciones de la Sociedad Civil  
 MDL: Mecanismos de Desarrollo Limpio  
 Fuente: United Development Programme  
 <[www.undp.org](http://www.undp.org)>

En el cuadro anterior, se pueden observar los flujos de financiamiento para contrarrestar el Cambio Climático que existen actualmente. Si bien consta de cuatro intermediarios principales comprendidos por: la Cooperación Gubernamental, Cooperación Privada, Mercados de Capitales y el Presupuesto Doméstico; cada uno de ellos interviene de forma y por medio de mecanismos diferentes al resto de los demás regidos por el mismo objetivo.

Pese a que existe un conjunto muy amplio de flujos de Financiamiento Climático; para esta investigación, se abordarán de forma particular los mecanismos basados en el Mercado de Capitales que vienen integrados en el PK. Por tanto, es necesario aclarar que en este existe tanto un Mercado de Carbono Regulado y uno Voluntario.

La diferencia entre ambos radica en que El Mercado regulado del Carbono **“es un sistema de comercio a través del cual los gobiernos, empresas o individuos pueden vender o adquirir reducciones de gases efecto invernadero, las cuales son certificadas y contabilizadas por el IPCC”**<sup>104</sup>.

En cambio, **El Mercado Voluntario de Carbono “es una alternativa dirigida a compradores voluntarios, cuyas necesidades o intereses son distintos a los compradores del mercado regulado, por ejemplo: imagen corporativa, responsabilidad social, individuales, planificación para sistemas de compromisos futuros”**.<sup>105</sup>

A diferencia del Mercado Regulado, el Mercado Voluntario no solicita la aprobación nacional del país anfitrión y el proceso de validación y verificación es dependiente del estándar usado. Sin embargo, los criterios de aprobación de proyectos son similares a las del Mercado Regulado y procuran asegurar que las reducciones sean verdaderas, de largo plazo y que cumplan con todas las normas ambientales sin que haya una doble contabilidad.

---

<sup>104</sup> Bosques PROCARBONO UACH <[www.uach.cl](http://www.uach.cl)>

<sup>105</sup> *Ibid.*

### 2.1.1 MERCADO REGULADO

El Mercado de Carbono Regulado está asistido por la CMNUCC y caracterizado por ser un sistema reglamentado a nivel intergubernamental.

Los mecanismos a tratar a continuación serán los que se encuentran integrados en el PK conocidos como “Mecanismos de Mercado Flexibles”:

- I. Comercio de Emisiones/ Mercado de Carbono
- II. Implementación
- III. Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)

Los “Mecanismos de Mercado Flexibles” se incorporan al mercado con el propósito de introducir grados de flexibilidad que permitan disminuir el costo total para los países y de esta forma puedan lograr la meta de reducción de emisiones del Protocolo de Kyoto.

Es preciso tener presente que cualquier estimación del costo económico de cumplir con la meta del PK dependerá íntimamente de una serie de supuestos, entre los que se encuentran:

- a) El nivel de la meta de reducción de emisiones y el año de su inicio.
- b) Supuestos sobre cambio demográfico, tasa y estructura de crecimiento económico proyectado, innovación tecnológica, disponibilidad de opciones energéticas de bajo costo, flexibilidad de inversiones de capital, distorsiones fiscales presentes en el escenario base, entre otras.

Estos mecanismos buscan explotar las oportunidades de reducir los costos<sup>106</sup> y de mitigar las emisiones de GEI permitiendo que estas reducciones ocurran en aquellas naciones donde el costo marginal <sup>107</sup> de reducción por tonelada de emisiones reducidas sea menor.

Dado que los mecanismos de flexibilidad del PK constituyen un intento de crear un nuevo mercado a través del diseño y montaje de una maquinaria institucional multilateral; es necesario tener presentes los fundamentos económicos para comprender el comportamiento potencial y posibles perspectivas de dicho mercado, el cual depende de un conjunto reducido de factores claves.

Estos son:

1. La diferencia de costo para efectuar reducciones de emisiones de GEI entre los países industrializados y los países en vías de desarrollo producto de la heterogeneidad de sus matrices energéticas.
2. La estabilidad de la demanda internacional de acciones/proyectos para reducir emisiones de GEI. Esta demanda es de origen exógeno y surge de un proceso de negociación política cuando los países se comprometen a lograr metas concretas de reducción de sus emisiones nacionales en el marco del proceso multilateral de la UNFCCC.
3. Los costos de transacción implícitos en la reglamentación, operación y diseño institucional de los mecanismos de flexibilidad.

La comprensión de estas variables y los fundamentos económicos que sustentarían este mercado potencial permite prever las consecuencias que tendrían distintos tipos de diseño institucional para los mecanismos de flexibilidad.

¿Cuáles son los Mecanismos de Mercado Flexibles que existen actualmente?

---

<sup>106</sup> El costo del producto final, es decir el Costo Total (CT); resulta de la suma de los Costos Fijos (CF) más los Costos Variables (CV):  $CT = CF + CV$ .

<sup>107</sup> El Costo Marginal (CMg) es el incremento en el Costo Total (CT) derivada de la producción de una unidad adicional al producto(q):  $CMg = \Delta CT / \Delta q$

Figura 6.

## MECANISMOS FLEXIBLES

Implementación Conjunta / Joint Implementation		Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)/ Clean Development Mechanism	Comercio emisiones/ Emissions Trading,
<b>ERU</b>	Emission Reduction Unit/ Unidades de Reducción de Emisiones	<b>CER</b>	Unidades de Cantidades Atribuidas/Assigned Amount Unit
		Certified Emission Reduction / Certificado de Reducción de Emisiones	<b>AAU</b>
			<b>RMU</b>
			<b>ERU</b>
			<b>CER</b>
			<b>EUA</b>

Nota: Puesto que el dióxido de carbono es el principal gas invernadero, se habla simplemente de la negociación de carbono. Esto se conoce como el "mercado de carbono"

Fuente: Elaboración propia a partir de United Nations Framework Convention on Climate Change

<[www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)>

#### 2.1.1.1 Comercio de Emisiones/ Mercado de Carbono

Los sistemas de comercio de emisiones, también llamados “**sistemas Cap-and-Trade**”<sup>108</sup> (de límites máximos y comercio), constituyen un enfoque para resolver, entre otros, problemas de contaminación del aire basado en el mercado.<sup>109</sup>

Las Partes que han asumido compromisos en virtud del Protocolo de Kyoto (No anexo I) han aceptado metas para limitar o reducir las emisiones. Estas metas están expresadas como niveles de emisiones permitidos <sup>110</sup> o cantidades atribuidas durante el periodo de compromiso 2008-12.

El comercio de los derechos de emisión, tal y como se dispone en el artículo 17 del Protocolo de Kyoto, permite que los países que tengan unidades de emisión de sobra (emisiones que tienen permitidas, pero a las que no llegan) vendan ese exceso de capacidad a países que sobrepasan sus metas. De esta manera se creó un nuevo producto básico en forma de reducciones o eliminaciones de las emisiones.

El Comercio Internacional de Emisiones recoge las operaciones de compra-venta de créditos (ERU y CER) entre países en vías de desarrollo y/o industrializados para cumplir con los compromisos adquiridos en el marco del PK reduciendo sus emisiones y, al mismo tiempo, comercializar los créditos de emisiones excedentarios a otros países.<sup>111</sup>

El diseño de estos novedosos mecanismos ayuda a transferir riesgos de tal forma que se puede proveer de seguridad económica a las poblaciones contra las sequías, inundaciones, ciclones tropicales y otros fenómenos meteorológicos extremos, al mismo tiempo que representan una gran oportunidad para que los países en desarrollo reduzcan su vulnerabilidad y se adapten al Cambio Climático ya que la tecnología permite modelar los riesgos de baja probabilidad de ocurrencia pero de grandes pérdidas potenciales.

---

<sup>108</sup> El desarrollo del instrumento de gestión ambiental, Cap and Trade, nace en la década de los 90, cuando los Estados Unidos implementa un programa para limpiar las emisiones de dióxido sulfúrico (SO<sub>2</sub>), asociado al problema de lluvia ácida. <[www.cepal.org](http://www.cepal.org)>

<sup>109</sup> <[www.finanzascarbono.org](http://www.finanzascarbono.org)>

<sup>110</sup> Las emisiones permitidas son divididas en «unidades de la cantidad atribuida» (UCA).

<sup>111</sup> <[www.sendeco2.com](http://www.sendeco2.com)>

Es importante destacar que las Partes deben conservar una cantidad definida de derechos de emisión, conocida como “**reserva del período de compromiso**”<sup>112</sup>, que no pueden vender con el objeto de minimizar el peligro de no alcanzar sus propias metas de reducción.

#### 2.1.1.2 Implementación Conjunta

La Implementación Conjunta, definida en el Artículo 6 del PK, permite que un país, firma o individuo que en virtud del Protocolo de Kyoto se haya comprometido a reducir o limitar sus emisiones (No anexo I) gane unidades de reducción de las emisiones generadas en un proyecto de reducción o eliminación de las emisiones de otra Parte del anexo II; cada una de ellas equivalente a una tonelada de CO<sub>2</sub>, que cuenta para el logro de su meta de Kyoto.<sup>113</sup>

La Implementación Conjunta ofrece a las Partes un medio flexible y rentable de cumplir parte de sus compromisos de Kyoto, al mismo tiempo que la Parte donde se lleva a cabo el proyecto se beneficia de la inversión extranjera y la transferencia de tecnología.

Estos mecanismos contribuyen a fomentar la inversión verde y ayudan a las Partes a lograr sus metas de emisiones de una manera rentable.

---

<sup>112</sup> Cada Parte del anexo I mantendrá en su registro nacional una reserva para el período de compromiso que no deberá bajar del 90% de la cantidad atribuida de la Parte, calculada con arreglo a los párrafos 7 y 8 del artículo 3 del Protocolo de Kyoto, o el 100% de cinco veces la cantidad correspondiente al inventario más reciente que se haya examinado, si esta segunda cantidad es menor.  
<[www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)>

<sup>113</sup>*ibid.*

### 2.1.1.3 Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

“El Mecanismo de Desarrollo Limpio es un procedimiento contemplado en el PK en donde países desarrollados pueden financiar proyectos de mitigación de emisiones de GEI dentro de países en desarrollo, y recibir a cambio Certificados de Reducción de Emisiones (CER<sup>114</sup>) aplicables a cumplir con su compromiso de reducción propio”.<sup>115</sup>

El MDL se encuentra definido en el Artículo 12 del Protocolo y tiene como objetivo, por un lado, ayudar a los Países que son Partes del Anexo I a cumplir con sus metas de limitación y reducción de emisiones de GEI, y por el otro, ayudar a los Países No Anexo I al logro de un desarrollo sostenible.

El mecanismo permite que las Partes no incluidas en el Anexo I se beneficien de las actividades de proyectos que tengan por resultado reducciones certificadas de emisiones; y que las Partes incluidas en el Anexo I utilicen las reducciones certificadas de emisiones resultantes de esas actividades de proyectos para contribuir al cumplimiento de una parte de sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones contraídos.

Es un mecanismo de mercado, ya que los créditos resultantes de las reducciones de emisiones de GEI o por la absorción en los sumideros, se comercializan y quien los adquiere los contabiliza para el logro de los compromisos de reducción asumidos.

Los dos últimos, son los denominados Mecanismos basados en proyectos, debido a que las unidades de reducción de las emisiones resultan de la inversión en proyectos, adicionales ambientalmente, encaminados a reducir las emisiones antropógenas por las fuentes, o a incrementar la absorción antropógena por los sumideros de los gases de efecto invernadero.

En base al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente,<sup>116</sup> el objetivo que se persigue con la introducción de estos Mecanismos en el PK, es un objetivo doble: por un lado, con carácter general, buscan facilitar a

---

<sup>114</sup> Unidad de Reducción Certificada de Emisiones: Igual a 1 tonelada (métrica) de emisiones CO<sub>2</sub> equivalente reducidas o secuestradas mediante un proyecto del Mecanismo para un desarrollo limpio, y calculado con el empleo del Potencial de calentamiento mundial. Véase también Unidad de Reducción de Emisiones. <[www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)>

<sup>115</sup> <[www.inecc.gob.mx](http://www.inecc.gob.mx)>

<sup>116</sup> <[www.magrama.gob](http://www.magrama.gob)>

los países del Anexo I del Protocolo (Países desarrollados y Países con economías en transición de mercado), el cumplimiento de sus compromisos de reducción y limitación de emisiones, y por otro lado, también persiguen apoyar el desarrollo sostenible de los países en desarrollo, países no incluidos en el Anexo I, a través de la transferencia de tecnologías limpias.

Este conjunto de mecanismos son mejor conocidos como Instrumentos Financieros, los cuales al momento de gestionar los riesgos incorporan escenarios de Cambio Climático tanto para mitigar como adaptar, para que se cuente con criterios y variables para deducir la vulnerabilidad clave de las regiones.

El conjunto de instrumentos o mecanismos diseñados para incrementar el costo-efectividad de la mitigación del cambio climático a partir de la necesidad de hacer un cambio en las prioridades de la sociedad, como es la cuestión ambiental en el desarrollo y crecimiento de las economías; son la respuesta mediante la cual se llevan a cabo el cumplimiento de los diferentes ejes de acción que tienen como objetivo principal contrarrestar y combatir el Cambio Climático.

Si bien estamos hablando de instrumentos y mecanismos ficticios, haciendo referencia a elementos que son intangibles pero que tienen una gran influencia en el desempeño de los principales ejes de acción; han sido creados justamente para resolver la necesidad de un financiamiento que este dirigido a contrarrestar los efectos del Cambio Climático y promover un desarrollo sustentable.

Cada país que haya ratificado el Protocolo de Kyoto tiene asignadas cuotas de emisión de GEI que no deberá sobrepasar. Para ello, cada país diseña un Plan Nacional de Asignaciones para distribuir los derechos de emisión. Cuando un país o una empresa superan el límite asignado se ponen en funcionamiento otros mecanismos como los MDL o el comercio de emisiones.

A continuación, se presentan los principales instrumentos que comprenden los tres Mecanismos de Mercado Flexibles contenidos en el PK; y de igual forma se explica de forma general cuál es la función de cada uno de ellos.

#### 2.1.1.3.1 CER's; Certificados de Reducción de Emisiones/ *Certified Emission Reduction*

Los países del Anexo I que inviertan en proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio, pueden obtener Certificados de Reducción de Emisiones por un monto equivalente a la cantidad de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq) que se dejó de emitir a la atmósfera como resultado del proyecto. Para ello, el proyecto debió cumplir con los requisitos establecidos por el Consejo Ejecutivo del Mecanismo de Desarrollo Limpio<sup>117</sup>.

#### 2.1.1.3.2 AAU's; Montos Asignados Anualmente/ *Assigned Amount Unit*

Corresponde 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 PK. Cada país divide y asigna su respectivo monto a empresas localizadas en su territorio a manera de límite de emisión por empresa.

#### 2.1.1.3.3 ERU's; Unidades de Reducción de Emisiones/ *Emission Reduction Unit*

Corresponde a un monto específico de emisiones de GEI que dejaron de ser emitidas por la ejecución de un proyecto de Implementación Conjunta.

#### 2.1.1.3.4 RMU's; Unidades de Remoción de Emisiones/ *Removal Unit*

Corresponde 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.

Las Unidades de Remoción de Emisiones solamente pueden ser usadas 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.

---

<sup>117</sup> En el 7° CP del CMNUCC en el año 2001, la mayoría de las reglas del MDL fueron ajustadas y consagradas a los llamados Acuerdos de Marraquech. Sirviendo como fundamento para las reglas del MDL, las Partes han elaborado un conjunto de reglas en el contexto de la llamada "reforma del MDL".

<[www.carbonmarketwatch.org](http://www.carbonmarketwatch.org)>

#### 2.1.1.3.5 EUA; European Allowances Units/ Derechos de Emisión Europeos

Son los permisos europeos que son concedidos a las instalaciones participantes en el esquema del Mercado europeo de emisiones -EU Emissions Trading Scheme (EU ETS). Cada instalación debe tener tantos EUAS en su poder como nº de toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> emita, en la fecha de la verificación.

El Protocolo de Kioto supone que, por primera vez, un conjunto de 38 países industrializados y economías en transición (Partes firmantes que figuran en el Anexo I del Protocolo) se comprometen de forma vinculante a limitar las emisiones de seis gases de efecto invernadero en el periodo 2008-2012. Globalmente esta limitación suponía reducir al menos un 5% las emisiones del periodo 2008-2012 con respecto a 1990. Cada país, según sus compromisos adquiridos, podría emitir hasta un número limitado de Cantidades Asignadas, denominadas Assigned Amount Unit (AAU por sus siglas en inglés).

Desde una perspectiva ambiental, los GEI son los candidatos ideales para un esquema de comercio de emisiones, puesto que no tienen efecto sobre la salud o el medio ambiente a escala local o regional. Lo que los caracteriza es que poseen un ciclo de vida largo en la atmósfera y resulta irrelevante en que área del globo se produzcan las emisiones o las reducciones ya que su impacto sobre el calentamiento global depende de la concentración de estos gases en la atmósfera y, además, al proceder de multitud de fuentes con costos marginales de abatimiento muy distintos, el potencial de ahorro de costos de reducción es considerable.

Los Mecanismos Flexibles incorporados al Protocolo de Kioto son realmente fórmulas determinadas de introducir y/o potenciar el juego del mercado a escala internacional para el mejor cumplimiento de los compromisos cuantitativos adquiridos por las Partes en materia de limitación de los gases de efecto invernadero (GEI), de modo que su obtención sea costo-efectiva en relación con dichos compromisos, es decir, de modo que aquellos sean alcanzados al menor costo económico posible.

La base teórica que justifica el convencimiento de que estos Mecanismos de flexibilidad servirán al citado objetivo es que los costos relativos de las unidades de reducción de emisiones son diferentes entre empresas, regiones (países, por ejemplo) y, en general, entre agentes económicos y que, por tanto, se generan ganancias potenciales para todos los actores si se establece el comercio entre ellos.

Dichas diferencias en los costos marginales de la reducción, por países, se generan a su vez, por las diferencias existentes en la eficiencia energética de cada uno, por las desigualdades en el grado de dependencia nacional entre fuentes de energía y por las disparidades en relación con las facilidades de unos y otros de alterar su actual grado de dependencia y eficiencia energética.

# Capítulo 3

## Sistema CAP and TRADE

La motivación fundamental de cualquier política pública ambiental para reducir las emisiones es que la contaminación impone costos a la sociedad (relacionadas con la salud y la calidad ambiental) que no son asumidos por los contaminadores. Por lo tanto, un sistema de regulación costo efectivo es aquel en que los costos incurridos son minimizados.

Los Bonos <sup>118</sup> de Carbono son un mecanismo internacional de descontaminación para reducir las emisiones contaminantes al medio ambiente.

Un Bono de Carbono <sup>119</sup> equivale una tonelada de dióxido de carbono equivalente<sup>120</sup>; dicho con otras palabras, un bono de carbono representa el derecho a emitir una tonelada de dióxido de carbono<sup>121</sup>.

---

<sup>118</sup> Es un instrumento emitido por un prestatario que lo obliga a realizar pagos específicos al tenedor a lo largo de un periodo específico de tiempo. Los bonos pueden tener diversas características y el emisor puede ser desde un gobierno soberano hasta un corporativo. Los bonos más comunes son aquellos que obligan al emisor a realizar pagos, llamados cupones, durante el periodo de vigencia del bono y a repagar su valor nominal al vencimiento.

Banco de México

<[www.banxico.org.mx](http://www.banxico.org.mx)>

<sup>119</sup> 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. Así, se puede decir que existen "varios tipos" de bonos de carbono, dependiendo de la forma en que éstos fueron generados.

INECC

<[www.inecc.gob.mx](http://www.inecc.gob.mx)>

<sup>120</sup> Es la unidad de medición usada para indicar el potencial de calentamiento global de cada uno de los gases de efecto invernadero, en comparación con el dióxido de carbono.

Los gases de efecto invernadero distintos del dióxido de carbono son convertidos a su valor de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq) multiplicando la masa del gas en cuestión por su potencial de calentamiento global.

<[www.ecorresponsabilidad.es](http://www.ecorresponsabilidad.es)>

<sup>121</sup> A fin de tener una base de comparación, todos los gases invernaderos son calculados en equivalentes CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> eq)

(CO<sub>2</sub> eq) es la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> que provocaría la misma intensidad radiante que una determinada cantidad emitida de un gas de efecto invernadero

El objetivo de la existencia y uso de los bonos de carbono es disminuir los costos de las actividades de reducción de emisiones de GEI; únicamente pueden ser generados por los mecanismos establecidos en el Protocolo de Kioto.

En este sentido, un sistema de *Cap and Trade* es un instrumento destinado a la reducción de emisiones basado en un sistema de transacción de emisiones (ETS).

El desarrollo del instrumento de gestión ambiental, *Cap and Trade*, nace en la década de los 90, cuando los Estados Unidos implementa un programa para limitar las emisiones de dióxido sulfúrico (SO<sup>2</sup>), asociado al problema de la lluvia ácida.

El sistema Cap and Trade es una herramienta de gestión ambiental que busca crear incentivos económicos derivados, de la asignación de derechos de emisión a las fuentes contaminantes.<sup>122</sup>

Los Bonos de Carbono funcionan en base al sistema de “*Cap and Trade*”:

- **Fase 1 “Cap” o tope de emisiones**

Se establece un tope máximo (o “*cap*”) de emisiones para un horizonte de varios años, el cual supone de por sí una reducción respecto a un nivel de emisiones de referencia dado (normalmente basado en datos históricos, como el volumen de emisiones en un determinado año).

Se emiten derechos de emisión en una cantidad igual al tope antes establecido, los cuales son asignados entre las instalaciones correspondientes a los distintos sectores adscritos al esquema de acuerdo a algún método preestablecido (p.ej., reparto gratuito en base a emisiones históricas o a previsiones, subasta, etc.).

---

bien mezclado o una mezcla de gases de efecto invernadero, multiplicados por sus PEG respectivos para tener en cuenta los distintos tiempos que se mantienen en la atmósfera.

<[www.intracen.org](http://www.intracen.org)>

<[www.canviclimatic.gencat](http://www.canviclimatic.gencat)>

<sup>122</sup> Estudio sobre el sistema de permisos comercializables para bonos de carbono en América Latina Arturo Brandt R. y Cristóbal Westendarp Z. CEPAL.

- **Fase 2 “Trade” o comercio de emisiones**

En medida en la que existe un número finito de derechos, estos tendrán un cierto valor. Factores determinantes de este valor serán, por un lado, la penalización (por definición el valor nunca la superará) y, por otro lado, y muy especialmente, el costo de los “sustitutivos”, es decir, de aquellas medidas con las que los agentes puedan reducir sus emisiones (p.ej., mejoras tecnológicas), lo cual reduce a su vez la demanda de derechos y, por tanto, su valor.

Si sumamos todos esos bonos se alcanza el “cap” o tope de emisión. La idea consiste en que si una empresa necesita emitir más que los bonos que ha obtenido, deberá comprarlos a otras empresas que les sobren.

Si al terminar el año la empresa ha emitido más cantidad que la que los bonos le permitían (propios + adquiridos), se enfrenta a fuertes multas. Si en cambio le sobran, puede guardarlos de un año para otro, para cubrir emisiones futuras.

Cabe destacar que el éxito de este sistema es que el “cap” se reduce cada año, de modo que; adquirir los bonos en el mercado cada vez es más costoso pues hay menos oferta.

Principales características de un Sistema *Cap and Trade*:

1. La autoridad regulatoria define el total de emisiones permitidas en un sector.
2. La autoridad regulatoria divide el universo de emisiones reguladas en derechos de emisión o permisos, representando cada uno de ellos, una autorización para emitir una cantidad de un determinado contaminante.
3. La autoridad distribuye los derechos o permisos de emisión entre determinadas fuentes.
4. Para cada periodo de cumplimiento, cada fuente debe entregar los derechos de emisión para cubrir la cantidad de contaminantes que emitió.
5. En el caso en que la fuente regulada supera el límite de derechos de emisión entregado, durante un periodo de tiempo determinado, entonces la autoridad regulatoria impone multas.
6. En el caso en que la fuente regulada tiene excedentes, es decir, derechos de emisión no utilizados, los puede vender.

7. La autoridad regulatoria define la posibilidad de que se acepten créditos de carbono fuera del sistema y sus características.

### 3.1 FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA CAP AND TRADE

Dentro de un sistema Cap and Trade existen dos formas de desarrollo:

#### a) Sistema puro o cerrado

No admite el cumplimiento de la meta asignada a través de compra de créditos de reducción **provenientes “fuera del sistema”**

En general, el nivel del límite de emisiones se determina por debajo del nivel de emisiones actuales correspondiente a las fuentes de los sectores cubiertos, creando escasez y por ende valor (precio) a los permisos de emisiones.

El proceso de asignar los permisos de emisión entre las partes sujetas al límite se conoce como distribución de emisiones (allocation) y el método de hacerlo tiene un impacto significativo sobre quienes tienen que aceptar el costo de lograr dicha reducción de emisiones de modo de cumplir el límite de emisiones establecido.

#### b) Sistema flexible

Admite el cumplimiento de la meta asignada a través de créditos externos, como lo es el EU ETS que admite la compra de créditos de carbono provenientes del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) o del Mecanismo de Implementación Conjunta (IC).

En un programa Baseline & Credit <sup>123</sup> las fuentes reguladas al cumplimiento del límite tienen la posibilidad de implementar actividades de reducción en fuentes no reguladas para generar créditos (offsets) que pueden ser usados por fuentes con limitación de emisiones para demostrar el cumplimiento de sus obligaciones.

---

<sup>123</sup> En un sistema de credit-based cada instalación debe tener unas emisiones inferiores a las de una línea base previamente definida. Los participantes reciben créditos de emisión por las reducciones de emisiones logradas por debajo de esa línea base.

El permitir la utilización de *offsets* (compensaciones), genera inversión en técnicas de abatimiento de GEI en sectores no cubiertos, y que de otra manera se hubieran implementado en los sectores sujetos al límite de emisiones.

### 3.2 ELEMENTOS CLAVES DEL DISEÑO

#### a) Definición del límite

El límite debe ser lo suficientemente ajustado para crear escasez y enviar una señal de precio al mercado que justifique la existencia del sistema; de manera que se genere una demanda por permisos de emisión y se establezca un precio.

De otra forma, se puede generar una sobre-oferta de permisos, lo que resultaría en un precio bajo y, por ende, sin estímulo a la reducción de emisiones.

Determinar el tipo y nivel del límite:

- Absoluto:

Como una cantidad fija durante un periodo determinado asegurando la reducción dentro de los límites de emisión deseados por el regulador.

- Relativo:

Como un porcentaje de la producción del sector o del PIB, con lo que se podría incrementar el nivel de emisiones en caso de que la producción aumente.

- Meta:

En donde se define un objetivo de reducción de emisiones a cumplir en un determinado plazo, y la trayectoria de reducción u obligaciones de reducción de los participantes durante el tiempo, son independientes del nivel de reducción buscado en la meta.

## b) Criterios de distribución de los permisos (*allowances*)

- Asignación gratuita

Los participantes reciben sin costo un determinado número de permisos de emisión. En este método, a su vez, existen tres formas de determinar la cantidad a entregar.

1. Grandfathering

Toma en cuenta el nivel histórico de las emisiones de cada participante y calcula el número en base a una proyección de lo que estima serían sus emisiones futuras.

2. Benchmarking

Hace referencia al estándar de la mejor práctica o tecnología disponible en la industria, y asigna un determinado número de permisos con el fin de que los participantes se ajusten a los menores niveles de emisión.

3. De acuerdo al nivel de producción

Las industrias tienen el incentivo para mejorar la eficiencia y, aún con bajas emisiones, conseguir una alta cuota de asignación de permisos, incentivando la inversión en infraestructura de baja emisión.

Estas asignaciones pueden representar un ingreso adicional para las empresas ya establecidas y convertirse en barreras a la entrada.

La principal ventaja del método de asignación gratuita, es que permite asistir a los sectores más afectados (empresas y consumidores) durante la transición hacia la implantación de mercado de emisiones.

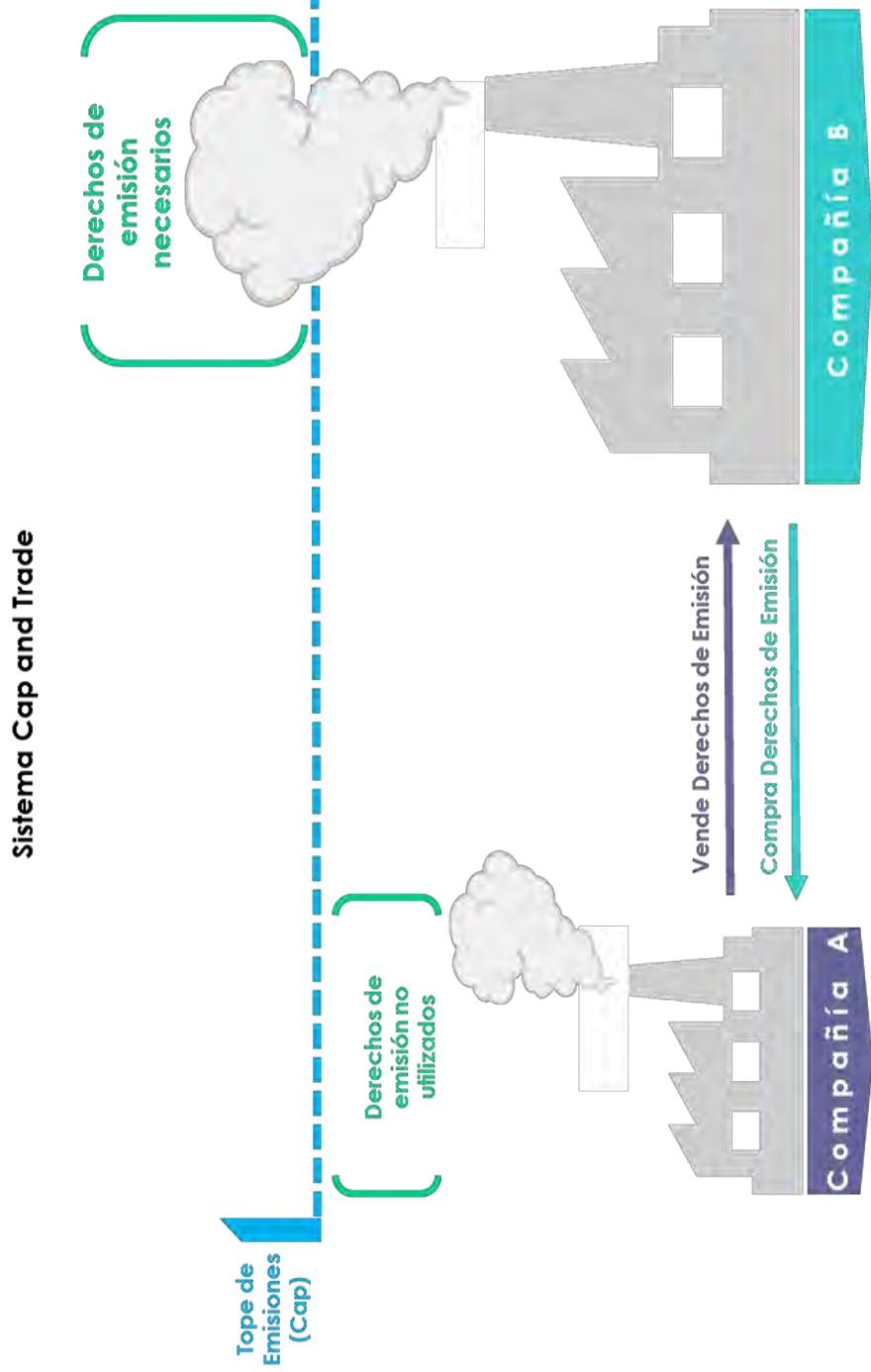
- Subastas

En este método la autoridad realiza un remate frente a todos los regulados, quienes irán a competir por la adquisición de los permisos de emisión de acuerdo a su disposición a pagar.

El precio que se ofrece guarda relación con el costo de implementar las medidas o tecnologías que les signifique lograr la reducción de emisiones que requieran (según el límite de reducción que se les ha impuesto cumplir).

Este método es preferido a nivel teórico debido a las condiciones inherentes de la asignación gratuita.

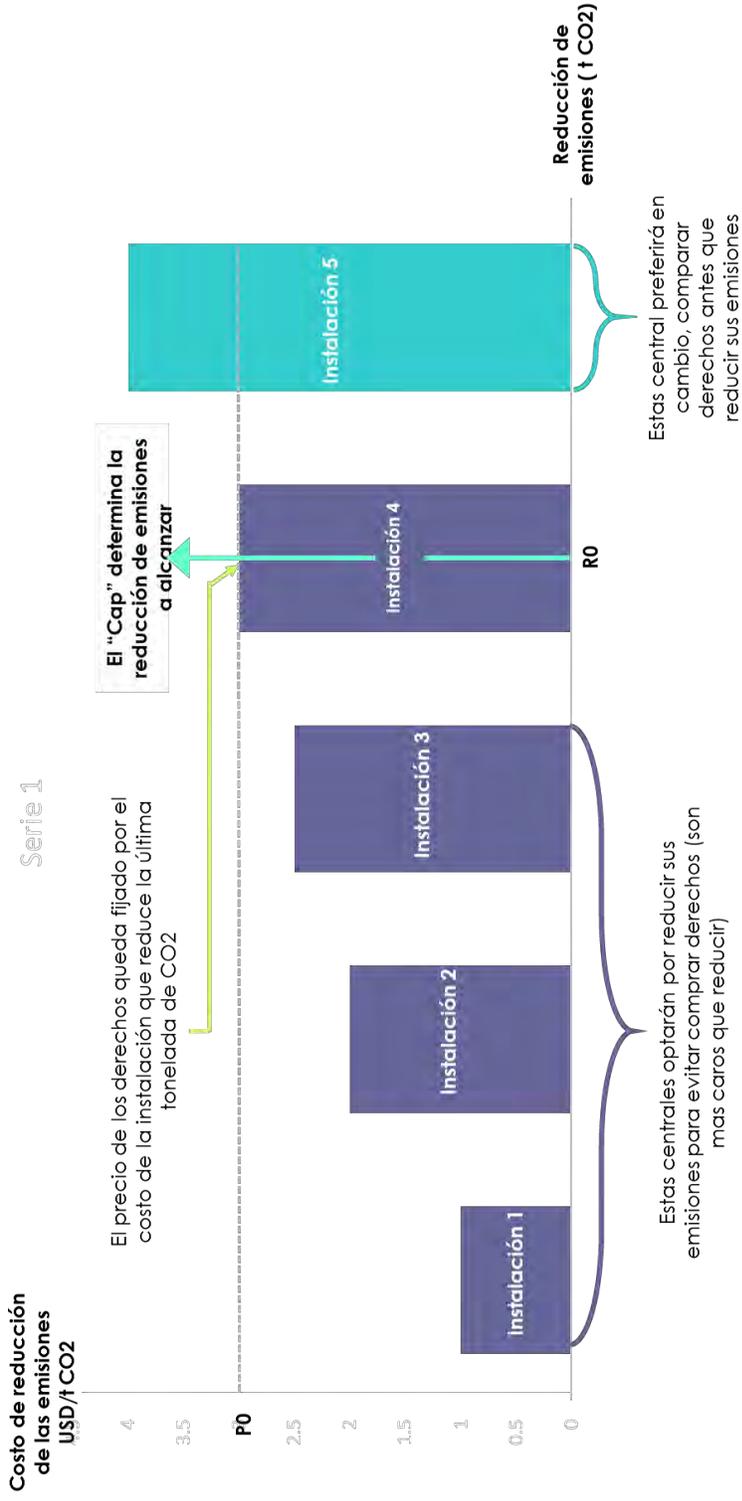
Figura 7.



Fuente: Elaboración propia a partir de  
<[www.economiaydesarrollo.wordpress.com](http://www.economiaydesarrollo.wordpress.com)>

Figura 8.

## Determinación del precio de los derechos de emisión en el mercado



Fuente: Elaboración propia a partir de

<[www.economyaydesarrollo.wordpress.com](http://www.economyaydesarrollo.wordpress.com)>

Un elemento clave a considerar en este esquema es que se genera un estímulo de carácter económico para la administración de una fuente regulada, ya que utilizar menos derechos de emisión que los otorgados, permite vender los derechos de emisión sobrantes; lo cual puede representar ingresos económicos adicionales (Figura 7).

Por otro lado, el precio es el resultado del costo alternativo que significa cumplir con las obligaciones de reducción, ya sea a través de la implementación de equipos adicionales ambientalmente más amigable, o desarrollando proyectos con tecnología más limpia. Así la disposición a pagar por los créditos de reducción de emisiones va a depender del costo de llevar a cabo dichos proyectos (Figura 8).

Actualmente esta herramienta de gestión ambiental ha sido reconocida en el mundo entero y ya existen diversas regiones donde el sistema *Cap and Trade*, destinado a limitar los GEI, está en plena operación.

Su aplicación abarca una representación aproximada de un 9%<sup>124</sup> de la población mundial, destacando algunos sistemas más experimentados y maduros como el *European Union Emissions Trading Scheme* funcionando en Europa (EU ETS).<sup>125</sup>

Existen al menos nueve sistemas de *Cap and Trade* funcionando en el mundo (Figura 9).

Asimismo, el Banco Mundial a través de un programa destinado a estos efectos, patrocina y financia estudios de la implementación de este tipo de instrumentos para limitar las emisiones de gases de efecto invernadero.

---

<sup>124</sup> Estudio sobre el sistema de permisos comercializables para bonos de carbono en América Latina Arturo Brandt R. y Cristóbal Westendarp Z. CEPAL 2014.

<sup>125</sup> Regula 45% de las emisiones de CO<sup>2</sup> en Europa, aproximadamente 11,500 fuentes y es actualmente un sistema maduro.

Figura 9.

### Sistemas Cap and Trade en el Mundo

Esquema	Región	Gases	Sectores
AUS GPM	Australia	CO2, CH4, N2O, Ypfc	Combustión estacionaria, Emisiones Fugitivas, Procesos Ind, Agua y Residuos
California C&T System (WCI)	California, EEUU	CO2	Generación de Electricidad y Gran Industria
EU ETS	Europa	CO2 CO2 (N2O voluntario) CO2, N2O, PFC	Generación de Electricidad y Gran Industria +Aviación +CCS, PetroQ, amonía, no-Fe, yeso, Al y ácidos
NZ ETS	Nueva Zelanda	CO2, CH4, N2O, SF6, HFC, PFC	Forestal (2008) Comb. Est. Y Proc. Ind (2010); Residuos y GEI sintéticos (2013); Agro con oblig. de reportar
Quebec C&T System (WCI)	Quebec, Canadá	CO2, CH4, N2O, SF6, HFC, PFC, NF3	Gen. Electricidad y Gran Industria +Transporte, Edif. Y PYMES
RGGI	Noreste EEUU	CO2	Gen. Electricidad
Swiss ETS	Suiza	CO2	Industrias intensivas en el uso de energía
TMG ETS	Tokio, Japón	CO2	Instalaciones comerciales e industriales consumidoras (por el lado de la demanda)
KAZ ETS	Kazajistán	CO2	Instalaciones comerciales e industriales
Beijing	Beijing, China	CO2	Instalaciones comerciales e industriales, con más de 10,000 ton CO2
Chongqing	Chongqing, China	CO2	Producción de Al, Fe-aleaciones; carburo de calcio; cemento; soda, caustica, hierro y acero.
Guangdong	Cuangdong, China	CO2	Gen. Elec. Hierro y Acero, Cerámica, PetroQ, Textiles, no-Fe, Plástico y Papel (2013), Transporte y Edificación (2015) que tengan más de 20,000 tonCO2/año
Hubei	Hubei, China	CO2	Gen. Elec. Hierro y Acero, Químicos, Cemento, Automotriz, no-Fe, Vidrio y Papel
Shanghai	Shanghai, China	CO2	Gen. Elec. Hierro y Acero, PetroQ, no-Fe, Químicos, Materiales de construcción, Textiles, Papel y Celulosa, Goma y Fibra Química, Aviación, Puertos, Ferrocarril y Edificios Comerciales con más de 20,000 tonCO2 promedio (2010-2011)
Shenzhen	Shenzen, China	CO2	Gen. Elec, Industrias y Edificaciones
Tianjin	Tianjin, China	CO2	Gen. Energía, Hierro y Acero, PetroQ, Químicos, Exploración de Petróleo y Gas
Corea del Sur	Corea del Sur	CO2, CH4, N2O, HFC, PFC, SF6	Instalaciones individuales con actividad comercial

Fuente: Estudio sobre el sistema de permisos comercializables para bonos de carbono en América Latina, Arturo Brandt R. y Cristóbal Westendarp Z. CEPAL.

## 3.3 EU ETS

El régimen europeo de comercio de derechos de emisión (EU ETS por sus siglas en inglés) es uno de los principales pilares de la estrategia climática de la Unión Europea y fue diseñado como instrumento para facilitar el cumplimiento de las obligaciones que los Estados Miembros y la propia Unión Europea habían contraído con la firma y ratificación del Protocolo de Kioto.

El ETS es, además, el mayor mercado mundial de créditos generados por proyectos de ahorro de emisiones; por este motivo, es una importante fuente de inversiones en desarrollo sostenible desde el punto de vista medioambiental en los países en desarrollo.

Datos clave del ETS:

- Opera en los veintiocho países de la UE además de Islandia, Liechtenstein y Noruega.
- Limita las emisiones de gases de efecto invernadero de:
  - a) Más de 11,000 instalaciones de alto consumo de energía en los sectores de generación eléctrica y en la industria manufacturera.
  - b) Los operadores de vuelos entre la UE, Islandia, Liechtenstein y Noruega.
- Cubre alrededor del 45 % de las emisiones de gases de efecto invernadero de la UE.

Si bien el comercio de derechos de emisión podría extenderse a muchos sectores económicos y gases de efecto invernadero, el ETS se centra en las emisiones que se pueden medir, registrar y comprobar con un alto grado de precisión.

El sistema cubre las emisiones de CO<sub>2</sub> de centrales eléctricas, de un amplio espectro de sectores industriales con consumo intensivo de energía y de las aerolíneas comerciales. También se incluyen las emisiones de óxido nítrico (N<sub>2</sub>O)<sup>126</sup> procedentes de la fabricación de ciertos ácidos y las emisiones de perfluorocarbonos (PFC)<sup>127</sup> resultantes de la fabricación de aluminio.

### 3.3.1 ETS: Desarrollo por fases<sup>128</sup>

- 2005-2007: primer período de comercio

Utilizado como fase piloto. El ETS empezó a funcionar con éxito como el mayor mercado de carbono mundial. Sin embargo, el número de derechos, basado en una estimación de las necesidades, resultó ser excesivo; por consiguiente, el precio de los derechos del primer período cayó a cero en 2007.

- 2008-2012: segundo período de comercio

Islandia, Noruega y Liechtenstein se adhieren al ETS (2008). Se reduce en un 6.5 % el número de derechos para el período, pero la crisis económica propicia una reducción de las emisiones y por tanto de la demanda en un porcentaje aún mayor. Esto conduce a un excedente de derechos y créditos no utilizados que hunde el precio del carbono. Se incluye la navegación aérea en el sistema (2012).

---

<sup>126</sup> Potente gas de efectos invernadero emitido con los usos de cultivos en tierras, especialmente el uso de fertilizadores comerciales y orgánicos, la combustión de combustibles fósiles, la producción de ácido nítrico, y la combustión de biomasa. Uno de los seis gases de efecto invernadero que se intentan reducir con el Protocolo de Kyoto.

<[www.bancoldex.com](http://www.bancoldex.com)>

<sup>127</sup> Se encuentran entre los seis gases de efecto invernadero que se intenta reducir en el marco del Protocolo de Kyoto. Son subproductos de la fundición del aluminio y del enriquecimiento del uranio. También sustituyen a los clorofluorocarbonos en la fabricación de semiconductores. El Potencial de calentamiento mundial de los PFC es 6.500–9.200 veces superior al del dióxido de carbono.

[www.revistaeconomiacritica.org](http://www.revistaeconomiacritica.org)>

<sup>128</sup> El Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la UE (ETS)

[www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu)>

- 2013-2020: tercer período de comercio

Se efectúa una reforma en profundidad (2013). Los mayores cambios son la introducción de un techo europeo de emisiones (que se reduce un 1.74 % cada año) y un cambio progresivo hacia la subasta de derechos en lugar de la asignación gratuita. Croacia se adhiere al ETS (2013).

España, el resto de los estados miembros de la Unión Europea y la propia Unión, han comunicado conjuntamente su objetivo cuantificado de reducción de emisiones, reducción del 20% en 2020 en comparación con los niveles de 1990.

La política europea de Cambio Climático se enmarca en el Paquete Energía y Clima 2020 donde se han establecido normas internas que sustentan el objetivo presentado en la CMNUCC.

La reducción del 20% de las emisiones totales de GEI respecto a los niveles de 1990 equivale a una reducción del 14% en comparación con los niveles de 2005.

Este objetivo de reducción del 14% se divide en dos:

- a) Equivalentes a una fracción entre los sectores incluidos en la Directiva de Comercio de Emisiones (ETS).
- b) Equivalente al resto de los sectores no ETS, excluyendo el uso de la tierra y la silvicultura- *Land use, land-use change and forestry* (LULUCF)<sup>129</sup>.

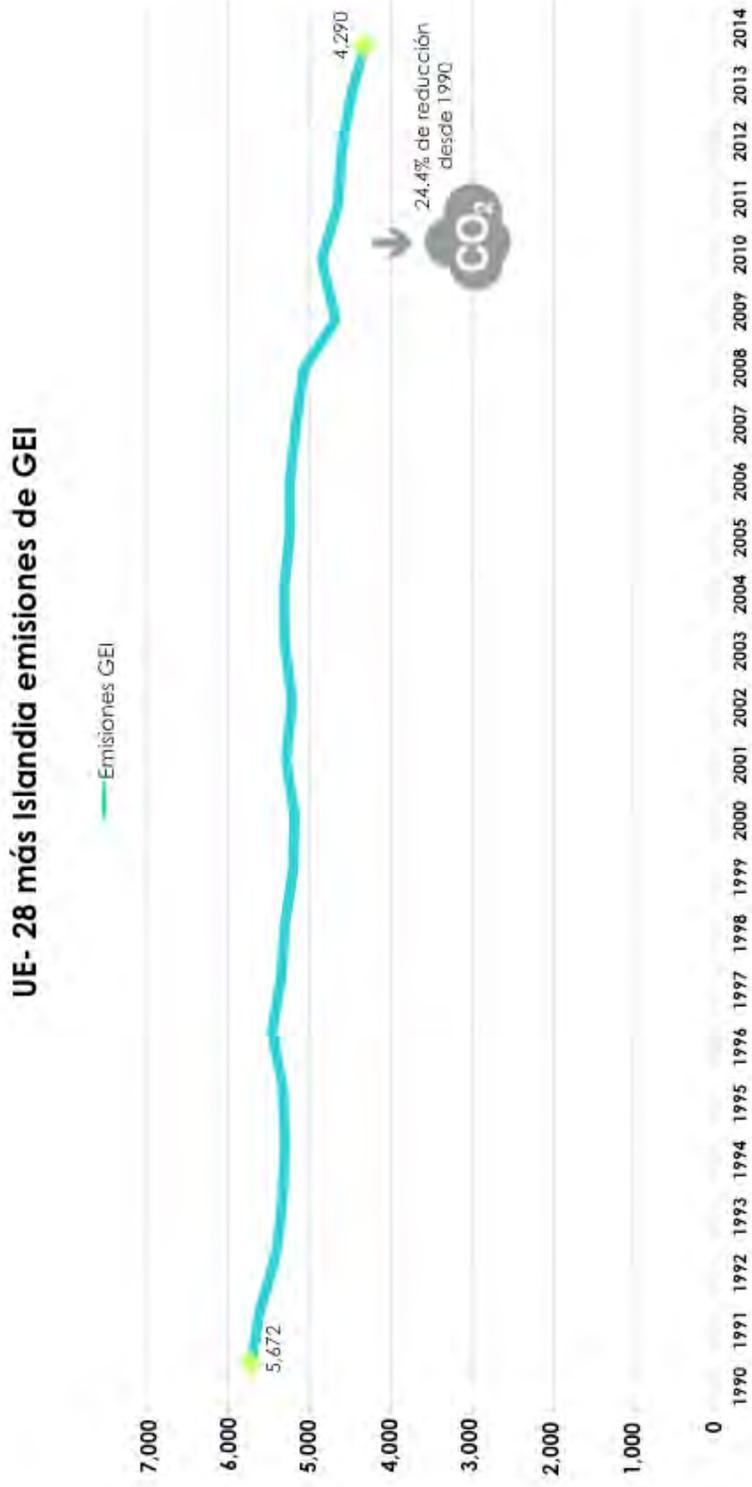
Las emisiones no ETS se abordan en la Decisión de Reparto de Esfuerzos (ESD, por sus siglas en inglés). La ESD cubre las emisiones de todas las fuentes no incluidas en ETS, a excepción de las emisiones del transporte marítimo y aéreo internacional (que fueron incluidos en el ETS de la UE desde el 1 de Enero 2012) y de las emisiones y absorciones de LULUCF.

Entre 2005 y 2014, las emisiones cubiertas por el ETS de la UE (que representa alrededor del 45% de las emisiones totales de la UE) ha disminuido en un 24% (Figura 10).

---

<sup>129</sup> Uso de la tierra, cambio de uso y forestal.

Gráfico 11.

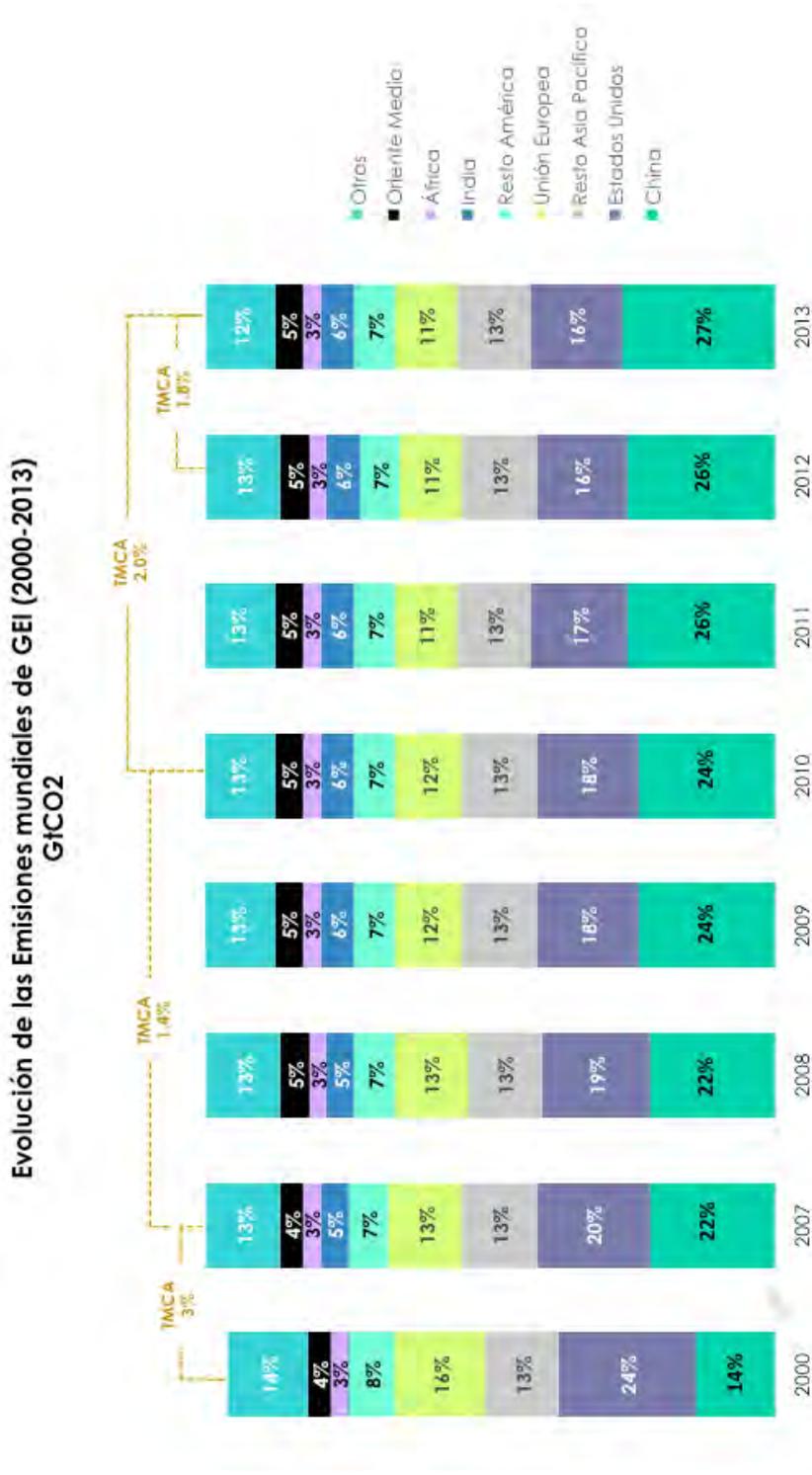


Nota: (excl. Uso de la tierra, cambio de uso y forestal)

Fuente: European Environment Agency EEA Report

Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2014 and inventory report 2016 Submission to the UNFCCC Secretariat

Gráfico 12.



Fuente: Eficiencia energética e intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero en España 2015  
Fundación Repsol

En términos generales podemos decir que la implementación del sistema *Cap and Trade* en la Unión Europea a través del EU-ETS, ha sido exitosa.

Es claro que existe una reducción en las emisiones de GEI pese al crecimiento de la economía. Esto quiere decir que tienen una correlación inversa; sin embargo, hay que tener en cuenta a qué ritmo se está llevando a cabo esta correlación ya que de eso depende el verdadero éxito de la implementación de los Mecanismos Flexibles estipulados en el Protocolo de Kioto.

Las emisiones mundiales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) debidas a la producción y uso de la energía han aumentado paralelamente al consumo de ésta a una tasa media de crecimiento anual, en los últimos años, próxima al 2%.

Se podría pensar que el aumento de penetración de renovables en el mix de energía primaria derivaría en una reducción global de las emisiones de GEI a nivel mundial. Sin embargo, el crecimiento de las energías renovables no ha compensado el crecimiento del consumo, y éste se ha producido en base a las energías fósiles, principalmente el carbón, cuyo factor de emisión es el más alto de las fuentes de energía fósiles, por tanto, las emisiones de GEI han continuado aumentando.

En el Gráfico 12, se puede apreciar el esfuerzo realizado por algunas de las economías desarrolladas como la UE y EEUU para reducir las emisiones, pero sin conseguir compensar el crecimiento del consumo de China, cuyo consumo de carbón se aproxima al 50% del consumo mundial.

Es así como nos damos cuenta que en general, el esfuerzo dirigido a combatir, contrarrestar y adaptarse al Cambio Climático no se puede resolver a través de un solo mecanismo. Es claro que es una forma de hacerle frente pero el éxito dependerá de un conjunto de acciones que involucra tanto una perspectiva económica, social como ambiental.

Es hacer conciencia de que para poder combatir el Cambio Climático se necesita de una revolución en la forma de producir, consumir y distribuir la energía.

# Capítulo 4

## CONCLUSIONES

*“Tal vez la conciencia ecológica— el redescubrimiento de nuestra fraternidad con el universo—podría ser el punto de partida de una nueva filosofía política”*

Octavio Paz

Desde mediados del siglo XX, la problemática ambiental es uno de los temas de mayor impacto y discusión en el mundo, debido a sus consecuencias actuales y potenciales, así como también por la complejidad y diversidad de los elementos involucrados.

Numerosos eventos a nivel internacional se han realizado teniendo como objetivo un llamado de alerta para evaluar y cambiar los tradicionales medios de producción y los enfoques de rentabilidad empresarial, en los cuales el ambiente es visto sólo como una fuente de recursos y un vertedero de residuos y no como un entorno dinámico, patrimonio de todos los habitantes del planeta.

El mundo es vulnerable a inestabilidad social por un conjunto de factores como: el incremento en los precios de los alimentos básicos, el uso indiscriminado de la energía y la reducción del suministro y calidad del agua junto con el aumento de la migración en búsqueda de mejores condiciones de vida; como consecuencia del Cambio Climático.

Ante el panorama descrito, es necesario reflexionar sobre la crisis y conflictos ambientales y socioeconómicos que afrontamos como herencia de los modelos de producción, consumo y desarrollo insostenibles y, lamentablemente hoy día se ha presenciado como se han agravado potencialmente.

Iniciamos el siglo XXI con una deuda ambiental y social que no sólo se requiere disminuir sino compensar y hacerle frente.

La condición de que las necesidades y aspiraciones de hoy podrían conciliarse con las de mañana, reside en que las naciones cambien radicalmente el modo de dirigir, gestionar, administrar y distribuir el producto de la economía mundial y de los recursos naturales.

Es claro que las energías renovables se han convertido en unos de los recursos principales de energía. La experiencia del 2014 demostró que la penetración y el uso de fuentes de energía limpia se encuentran en crecimiento y, por lo tanto, contribuyen a la diversificación de la mezcla de energía.

A pesar de que muchas tecnologías de energía renovable han experimentado una expansión rápida como respuesta al uso de instrumentos financieros, el crecimiento de la capacidad de generación, así como las mejoras en la eficiencia energética se encuentran debajo del porcentaje necesario para alcanzar las metas de iniciativa Energía Sostenible para Todos (SE4ALL por sus siglas en inglés), las cuales consisten en duplicar las mejoras mundiales en eficiencia energética, y proporcionar acceso universal a la energía para el año 2030.

Mejoras de eficiencia energética son el resultado de millones de decisiones de negocios, hogares y del sector público cada año, en todos los sectores de la economía. Estas inversiones son muy diferentes en tiempo y escala, pero todas aumentan el nivel de servicio de energía por cada unidad de energía consumida. Dicho de otra manera, las inversiones en eficiencia, reducen la cantidad de energía necesaria para satisfacer la demanda de servicios de energía, pese a que la demanda de energía continúe en crecimiento.

El movimiento internacional para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero e incrementar el uso de energías renovables ha resultado en una amplia gama de políticas públicas y acuerdos que buscan este objetivo; un claro ejemplo han sido los instrumentos financieros para compensar y mitigar el Cambio Climático.

La sustentabilidad social que requiere que el desarrollo aspire a fortalecer la identidad de las comunidades y a lograr el equilibrio demográfico y la erradicación de la pobreza.

Desde la perspectiva económica, podemos afirmar que los paradigmas económicos actuales capitalista, socialista y los sistemas mixtos, se basan en el supuesto implícito del crecimiento económico continuo e ilimitado. Este supuesto hace que problemas intergeneracionales, intergeneracionales, interespecies, de equidad y sustentabilidad sean ignorados o al menos pospuestos. La solución más fácil para estos problemas parecería ser el crecimiento adicional.

La teoría económica convencional se refiere a una economía como sana si mantiene tasas de crecimiento continuas y altas. Los límites energéticos y de recursos que enfrenta el crecimiento, según estos paradigmas, serán eliminados por la utilización inteligente de nuevas tecnologías.

Frente a esta realidad, enfrentamos la necesidad de la revisión de la teoría económica como un sistema abierto a la Biósfera. Este es uno de los planteamientos fundamentales de la economía ecológica.

Sin embargo, esto requeriría un salto de paradigma científico. En este sentido un enfoque ambiental podría ser más accesible ya que se busca una ampliación a la reformulación de la teoría económica existente, en especial del crecimiento económico.

En este sentido, también es fundamental, la reformulación de los principios, supuestos de los modelos básicos de la teoría económica. Además de la creación de criterios para tomar en cuenta las restricciones y variable impuestas por el medioambiente a cualquier economía.

Lo que se plantea es la ampliación de la teoría económica tradicional del crecimiento para incluir variables y supuestos ambientales.

De todas maneras, en el ámbito teórico, este desafío es grande y requiere de un gran esfuerzo metodológico y epistemológico. Analizar criterios de eficiencia y equidad, es decir de optimalidad entre generaciones de las asignaciones de recursos para determinar las características de un modelo de desarrollo que sea sostenible.

La lógica capitalista ha consistido en buscar más beneficios en el corto plazo, sin importar los costos sociales y ambientales que ello implica en el mediano y largo plazo.

También hay que tener en cuenta que tenemos que invertir una cantidad significativa de capital antes de empezar a recuperar las inversiones.

Se necesitarán grandes sumas de dinero para instalar la capacidad de generación a partir de energía renovable a gran escala, para modernizar las redes eléctricas, transformar la infraestructura de transporte público y mejorar la eficiencia energética de los edificios existentes como se ha estado implementando recientemente a través de la canalización de recursos para este fin.

El gasto de capital a nivel mundial tendrá que seguir creciendo durante los próximos años. Al mismo tiempo, el ahorro de energía y la reducción de los costos de combustibles significarán que los gastos operativos pronto comenzarán a disminuir.

La sustentabilidad económica demanda un desarrollo económicamente eficiente y equitativo dentro y entre las generaciones presentes y futuras.

La sustentabilidad ecológica o ambiental que exige que el desarrollo sea compatible con el mantenimiento de los procesos ecológicos, la diversidad biológica y la base de los recursos naturales.

Con el doble objetivo de facilitar a los países desarrollados el cumplimiento de sus compromisos de reducción y limitación de emisiones y promocionar la transferencia y financiación de tecnologías limpias en países en desarrollo o en transición hacia económicas de mercado, el Protocolo de Kioto ha sido capaz de implementar medidas tales que han logrado encaminar los esfuerzos hacia el desarrollo sustentable.

El desarrollo de instrumentos financieros en pro del medio ambiente han sido una respuesta efectiva para contrarrestar los efectos del Cambio Climático y para hacer frente a los nuevos, sin embargo, el lento desarrollo de este mercado frente al nivel de crecimiento del fenómeno indica que tenemos que potencializar el crecimiento de este sector en el mercado y claro está se adoptará de forma suplementaria medidas internas en el seno de cada país.

De tal forma que, en este trabajo de investigación, se acepta la hipótesis en la que se afirma que los instrumentos financieros pueden mitigar el Cambio Climático.

Aunque las políticas adoptadas y los esfuerzos realizados para reducir las emisiones sean eficaces, es inevitable que se produzcan algunos cambios en el clima. En consecuencia, debemos desarrollar más rápido estrategias y acciones para mitigar, compensar y adaptarnos a los efectos del Cambio Climático en todo el mundo y, en especial, en los países menos desarrollados ya que son una de las partes más vulnerables, por su limitada capacidad técnica y financiera para adaptarse.

# Bibliografía

1. B. Barbier Edward and Markandya Anil; "A new blueprint for a green economy"; New York: Routledge, 2013.
2. Baz Jamil, Chacko George; "Financial derivatives: pricing, applications, and mathematics"; Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2004.
3. Bergés Lobera Angel, Ontiveros Baeza Emilio; "Mercados de futuros en instrumentos financieros"; Madrid: Pirámide, 1984.
4. Comisión Económica para América Latina y el Caribe; "La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: síntesis 2009"; Santiago de Chile: Naciones Unidas. 2009.
5. Contreras Barrón, Ramón; "Instrumentos y operaciones de coberturas financieras: el caso de los Swaps en México"; Facultad de Economía, 1998.
6. Dr. Allnoch Norbert; "Renewable Energies in Germany and North Rhine-Westphalia"; Ministry of Economic Affairs and Energy of the State of North Rhine-Westphalia 28. June 2010.
7. Duque Gómez Ernesto; "Geopolítica de los negocios y mercados verdes"; Bogotá: Ecoe Ediciones; Universidad Sergio Arboleda, 2014.
8. E. Hardisty Paul; "Environmental and economic sustainability"; Boca Raton: Taylor & Francis, 2010.
9. Elvira Oscar, Larraga Pablo; "Mercado de productos derivados: futuros, forwards, opciones y productos estructurados"; Barcelona, Editorial Bresca Profit; 2008.
10. Eriksson Ralf and Otto Andersson Jan; "Elements of ecological economics"; Milton Park, Abingdon, Oxon: Routledge, 2010.
11. Foster John; "The sustainability mirage: illusion and reality in the coming war on climate change"; London: Earthscan, 2008.
12. Georgescu-Roegen Nicholas; "Ensayos bioeconómicos"; edición de Óscar Carpintero; Madrid: Los Libros de la Catarata, 2007.
13. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático; "Tecnologías, Políticas y Medidas para Mitigar el Cambio Climático"; 1996.
14. Heal Geoffrey; "Is economic growth sustainable?"; Houndmills, Basingstoke, Hampshire: Palgrave Macmillan, 2010.
15. Joachim Schellnhuber Hans [y otros cuatro]; "Global sustainability: a Nobel cause"; Cambridge: Cambridge University Press, 2010.
16. Lucatello Simone y Rodríguez Velázquez Daniel; "Las dimensiones sociales del cambio climático: un panorama desde México: ¿cambio social o crisis ambiental?"; México, D.F. : Instituto Mora : UNAM, ENTS, 2011.

17. Marañón Pimentel Boris; "Buen vivir y des-colonialidad: crítica al desarrollo y la racionalidad instrumentales"; México, D.F.: UNAM, Instituto de Investigaciones Económicas; 2014.
18. Miniam Isaac; colaboradores, F. Mora C. Israel, Luna López Margarita; "Análisis de riesgos financieros e instrumentos derivados"; México: UNAM, Facultad de Economía, 2001.
19. N. Hess Peter; "Economic growth and sustainable development"; Abingdon, Oxon, United Kingdom: Routledge, 2013.
20. Nadal Alejandro; "Desarrollo sustentable y cambio global"; México, D.F.; El Colegio de México, 2007.
21. Organización Mundial del Comercio. "Informe sobre el Comercio Mundial 2013 Factores que determinan el futuro del comercio".
22. PriceWaterhouseCoopers. "Encuesta sobre Cambio Climático: Oportunidades y Riesgos. La visión de las empresas mexicanas".
23. Sánchez Rodríguez Roberto; "Respuestas Urbanas al Cambio Climático en América Latina"; CEPAL 2013.
24. Stiglitz Joseph, et al; "Stability with growth: macroeconomics, liberalization and development"; Oxford: Oxford University Press, 2006.
25. Villa Manuel Ángel, Cariño Micheline, Cingolani Massimo, Correa Eugenia, Déniz José, Girón Alicia, et al; "Estrategias para un desarrollo sustentable frente a las tres crisis: finanzas, economía y medio ambiente"; México, D. F.: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa: Miguel ángel Porrúa, 2013.

# Hemerografía

[www.astronomiaysuensenianza.blogspot.mx](http://www.astronomiaysuensenianza.blogspot.mx)

[www.awsassets.wwf.es](http://www.awsassets.wwf.es)

[www.awsassets.wwf.es](http://www.awsassets.wwf.es)

[www.bvsde.paho.org](http://www.bvsde.paho.org)

[www.cambioclimatico.org](http://www.cambioclimatico.org)

[www.cambioclimaticohn.org](http://www.cambioclimaticohn.org)

[www.canviclimatic.gencat](http://www.canviclimatic.gencat)

[www.cepal.org](http://www.cepal.org)

[www.ciifen.org](http://www.ciifen.org)

[www.cinu.org.mx](http://www.cinu.org.mx)

[www.compromisorse.com](http://www.compromisorse.com)

[www.contraelcambioclimatico.com](http://www.contraelcambioclimatico.com)

[www.definicion.de](http://www.definicion.de)

[www.energia.gob.mx](http://www.energia.gob.mx)

[www.erudit.org](http://www.erudit.org)

[www.es.thefreedictionary.com](http://www.es.thefreedictionary.com)

[www.etisig.catamarca](http://www.etisig.catamarca)

[www.fao.org](http://www.fao.org)

[www.fide.org.mx](http://www.fide.org.mx)

[www.finanzascarbono.org](http://www.finanzascarbono.org)

[www.footprintnetwork.org](http://www.footprintnetwork.org)

[www.fundacionrepsol.com](http://www.fundacionrepsol.com)

[www.iadb.org](http://www.iadb.org)

[www.iie.org.mx](http://www.iie.org.mx)

[www.inecc.gob.mx](http://www.inecc.gob.mx)

[www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)

[www.infogeologia.wordpress.com](http://www.infogeologia.wordpress.com)

[www.intracen.org](http://www.intracen.org)

[www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

[www.kfw-entwicklungsbank.de](http://www.kfw-entwicklungsbank.de)

[www.lenntech.es](http://www.lenntech.es)

[www.magrama.gob](http://www.magrama.gob)

[www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)

[www.se4all.org](http://www.se4all.org)

[www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)

[www.sendeco2.com](http://www.sendeco2.com)

[www.servicios.encb.ipn.mx](http://www.servicios.encb.ipn.mx)

[www.uach.cl](http://www.uach.cl)

[www.un.org](http://www.un.org)

[www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)

[www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)

[www.upv.es](http://www.upv.es)

[www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)

# Acrónimos

AAU: Assigned Amount Unit/ Cantidades Asignadas.  
BME: Bolsas y Mercados Españoles.  
CDD: Cooling degree-day.  
CDP: Conferencia de las Partes.  
CME: Chicago Mercantile Exchange.  
CMNUCC: La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.  
CNUDB: Convenio sobre la Diversidad Biológica.  
CNULD: Convención de Lucha contra la Desertificación.  
CO<sub>2</sub>: Dióxido de carbono.  
D.F.: Distrito Federal.  
EIA: Energy Information Administration.  
FIDE: Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica.  
**GEI's**: Gases de Efecto Invernadero.  
GRC: Gestión de Riesgo Climático.  
HDD: Heating degree-day.  
IEA: International Energy Agency.  
INECC: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.  
KfW: Banco estatal de desarrollo de Alemania.  
MCGAO: Méthodes de désagrégation appliquées aux Modèles du Climat Global Atmosphère-Océan/ Métodos de desintegración aplicados a los modelos climáticos globales Atmósfera-Océano.  
MDD: Millones de Dólares.  
MDE: Millones de Euros.  
OCDE: Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.  
OPEP: Organización de los Países Exportadores de Petróleo.  
OTC: Over the Counter.  
PAE: Pérdida Promedio Esperada.  
PIB: Producto Interno Bruto.  
PICC: Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático.  
PK: Protocolo de Kyoto.  
UN/ UN: United Nations// Naciones Unidas.  
UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change.

# Anexos

## Anexo 1.

### Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en 1992 en Río de Janeiro (Brasil) más conocida como “Cumbre de la Tierra de Río” se dieron a conocer tres tratados internacionales: La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CNUDB) y la Convención de Lucha contra la Desertificación (CNULD); se conocen desde entonces con el nombre de Convenciones de Río.

“La CMNUCC fija el objetivo de estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero (a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático). Se declara asimismo que ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible”.

La CMNUCC tiene una reunión anual en la llamada Conferencia de las Partes (COP).

La Conferencia de las Partes (COP en sus siglas en inglés) es su máxima autoridad con capacidad de decisión. Es una asociación de todos los países que son Partes en la Convención. A la fecha, 195 países han presentado sus instrumentos de ratificación. Estos se reúnen una vez al año, por dos semanas, para examinar la aplicación de la Convención y desarrollar el proceso de negociación entre las Partes ante nuevos compromisos.

Una labor fundamental de la COP es examinar las comunicaciones nacionales y los inventarios de emisiones presentados por las Partes. Tomando como base esta información, la COP evalúa los efectos de las medidas adoptadas por las Partes y los progresos realizados en el logro del objetivo último de la Convención.

## Anexo 2.

### Los gases de efecto invernadero

#### Naturales:

- Vapor de agua (H<sub>2</sub>O)
- Bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- Metano (CH<sub>4</sub>)
- Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)
- Ozono (O<sub>3</sub>)

Por su parte, los gases de efecto invernadero generados por las actividades del hombre son:

- Bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- Metano (CH<sub>4</sub>)
- Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)
- Perfluorometano (CF<sub>4</sub>) y perfluoroetano (C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>)
- Hidrofluorocarbonos (nombres comerciales: HFC-23, HFCS-134a, HFC-152a)
- Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>)

## Anexo 3.

### Componentes del Sistema Climático

- *Hidrosfera*

Parte del sistema climático que comprende las aguas superficiales y subterráneas en estado líquido, como los océanos, los mares, los ríos, los lagos de agua dulce, el agua subterránea, etc.

- *Atmósfera*

La atmósfera o atmosfera es la capa gaseosa estratificada que rodea, por acción de la fuerza de gravedad, la Tierra, un cuerpo celeste u otro cuerpo cualquiera.

La atmósfera terrestre está compuesta por un conjunto de gases entre los cuales destacan principalmente el nitrógeno (78%) y el oxígeno (21%), siendo que el porcentaje restante (apenas 1%) se lo reparten el dióxido de carbono, los gases nobles, el vapor de agua y el ozono.

La función de la atmósfera es ser un escudo protector frente a la hostilidad del espacio exterior: mantiene las temperaturas dentro de los extremos tolerables, nos protege de los rayos ultravioleta y los meteoritos, y contiene nada más y nada menos que el indispensable oxígeno. En síntesis, la atmósfera crea las condiciones favorables para la vida en la Tierra.

- *Biosfera*

Parte del sistema terrestre que comprende todos los ecosistemas y organismos vivos presentes en la atmósfera, la tierra (biosfera terrestre) o los océanos (biosfera marina), incluida la materia orgánica muerta derivada de ellos, como la basura, la materia orgánica del suelo y los detritos oceánicos.

- *Criósfera*

Parte de la corteza terrestre en la cual se forma el hielo (del griego kryos = hielo) y donde se producen procesos relacionados con él o donde prevalecen en gran parte del año condiciones críticas, es decir, donde los suelos o rocas están a temperaturas bajo cero.

- *Superficie Terrestre*

El concepto de superficie terrestre se emplea recurrentemente para referirse, ya sea a la totalidad de la superficie de la tierra, o en su defecto, a alguna parte concreta del vasto territorio que ostenta la misma.

#### Anexo 4.

#### Modelación mediante Programas de Computación

- **MAGICC**

modelo / clima-ciclo de gases acoplada. Se ha utilizado en todos los informes del IPCC para producir proyecciones del futuro cambio de la temperatura media mundial y el nivel del mar, y la versión actual reproduce los resultados dados en el Tercer Informe de Evaluación del IPCC (TAR). MAGICC se puede utilizar para ampliar los resultados dados en el TAR del IPCC a otros escenarios de emisiones.

- **SCENGEN**

es un algoritmo de regionalización que utiliza un método de escala para producir el clima y el cambio climático la información sobre un paralelo 5 ° 5 ° rejilla longitud. Los resultados regionales se basan en los resultados de 17 modelos acoplados atmósfera-océano de circulación general (AOGCMs), que pueden ser utilizados individualmente o en cualquier combinación definida por el usuario.

- **PRECIS**

Es esencialmente un sistema de modelado climático regional. Se basa en la tercera generación del modelo climático regional del Centro Hadley (HadRM3), junto con un procesamiento de datos fácil de usar y una interfaz de visualización. Su diseño flexible permite su aplicación en cualquier región del mundo. Al igual que cualquier otro modelo climático regional PRECIS es impulsado por las condiciones de contorno simulados por modelos de circulación general (MCG).

Para facilitar la aplicación, condiciones de contorno simulados por los experimentos del Centro Hadley GCM por cuatro escenarios SRES, se suministran con el software.

# Diccionario

- Atemperar

Moderar, disminuir la intensidad o el exceso de algo.

- Bamboleo o Nutación

Del latín “nutare”, cabecear u oscilar, es un movimiento ligero irregular en el eje de rotación de objetos simétricos que giran sobre su eje. Ejemplos comunes son los giroscopios, los trompos y los planetas. Más exactamente, una nutación pura es el movimiento del eje de rotación que mantiene el primer ángulo de Euler (precesión) constante. Para el caso de la Tierra, la nutación es la oscilación periódica del polo de la Tierra alrededor de su posición media en la esfera celeste, debido a las fuerzas externas de atracción gravitatoria entre la Luna y el Sol con la Tierra.

- Calentamiento Global

El Calentamiento Global es un aumento de la temperatura media de la superficie terrestre, considerado como un síntoma y una consecuencia del Cambio Climático.

- Cambio Climático

Por Cambio Climático se entiende 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 de tiempo comparables.

- Comercio de derechos de emisiones

Enfoque basado en el mercado para lograr objetivos ambientales que permiten a los países que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero por debajo de los niveles requeridos, utilizar o comercializar el remanente de derechos de emisión para compensar las emisiones en otra fuente dentro o fuera del país.

- CO<sub>2</sub> Equivalente

Dióxido de carbono. Concentración de dióxido de carbono que podría causar el mismo grado de forzamiento radiactivo que una mezcla determinada de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero

- Derivados

Se conoce como derivados a un conjunto de instrumentos financieros cuyo valor se determina (deriva) a partir del precio de otros activos, denominados subyacentes.

- Desarrollo Sostenible

Desarrollo que atiende las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

- Desarrollo Sustentable

El desarrollo sustentable es un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades.

- Dominio Ambiental

Promueve la protección de los recursos naturales necesarios para la seguridad alimentaria y energética. Al mismo tiempo, asume los requerimientos de la expansión de la producción para satisfacer a las poblaciones en crecimiento demográfico.

- Dominio Económico

Busca un desarrollo económico sustentable creando una relación sostenible entre la dinámica económica y el medio ambiente sin modificar el modelo económico actual.

- Dominio Social

Resalta la importancia de las acciones que realiza la sociedad para con el ambiente. El origen de los problemas ambientales guarda una relación estrecha con las dinámicas de las sociedades desarrolladas y subdesarrolladas. No sólo amenazamos nuestra salud, prosperidad y bienestar, sino nuestro futuro.

- Efecto Invernadero

El efecto invernadero es un fenómeno por el cual los gases que se encuentran en la atmósfera retienen el calor emitido por la Tierra. Este calor proviene de la natural radiación solar, pero cuando rebota sobre la superficie terrestre queda atrapado por la barrera de gases. Al quedarse estos gases entre suelo y atmósfera, sin poder quedar liberados al espacio, el efecto producido a escala planetaria es muy similar al de un invernadero.

- Eficiencia Energética

Relación entre el producto de energía de un proceso de conversión o de un sistema y su insumo de energía.

- Energías renovables

Fuentes de energía que son sostenibles, dentro un marco temporal breve si se compara con los ciclos naturales de la Tierra, e incluyen tecnologías no basadas en el carbono, como la solar, la hidrológica y la eólica, además de las tecnologías neutras en carbono, como la biomasa.

- Escenario de Emisiones

Representación plausible de la evolución futura de las emisiones de sustancias que son, en potencia, radiactivamente activas (por ejemplo, gases de efecto invernadero o aerosoles), basada en un conjunto de hipótesis coherentes e internamente consistentes sobre las fuerzas impulsoras de este fenómeno (tales como el desarrollo demográfico y socioeconómico, el cambio tecnológico) y sus relaciones clave.

- Gas de Efecto Invernadero

Gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes.

- Hedge o Cobertura

Combinación de posiciones en valores (cortas o largas) por medio de instrumentos financieros de inversión para cubrir las carteras ante movimientos en el mercado.

- Holismo

(Del griego *ὅλος* [*hólos*]: "todo", "por entero", "totalidad") es una posición metodológica y epistemológica que postula cómo los sistemas (ya sean físicos, biológicos, sociales, económicos, mentales, lingüísticos, etc.) y sus propiedades, deben ser analizados en su conjunto y no solo a través de las partes que los componen. El holismo considera que el "todo" es un sistema más complejo que una simple suma de sus elementos constituyentes o, en otras palabras, que su naturaleza como ente no es derivable de sus elementos constituyentes. El holismo defiende el sinergismo entre las partes y no la individualidad de cada una.

- Intensidad Energética

Relación entre el consumo de energía y su rendimiento físico o económico. A nivel nacional es la relación entre el consumo total de energía primaria nacional o el consumo de energía final y el Producto interno bruto o rendimiento físico.

- Mecanismos De Kyoto

Mecanismos económicos basados en principios del mercado que las Partes en el Protocolo de Kyoto pueden utilizar en un intento por atenuar los impactos económicos potenciales de los requisitos de reducción de las emisiones de GEI's.

- Over The Counter

Son operaciones realizadas entre grandes empresas fuera de los mercados organizados. Mercado extrabursátil.

- Países/ Partes Del Anexo I

Grupo de países incluidos en el Anexo I (tal y como figuran en la enmienda de 1998) de la CMNUCC, incluidos todos los países desarrollados de la OCDE y los países con economías en transición. Por defecto, nos referimos a los demás países como países no incluidos en el Anexo I.

- Países/ Partes Del Anexo I

Grupo de países incluidos en el Anexo II de la CMNUCC, incluidos todos los países desarrollados en la OCDE.

- Parametrización

En las simulaciones climáticas, este término se refiere a las técnicas de representación de los procesos que no pueden ser resueltos de forma explícita en la resolución espacial o temporal de la simulación (proceso de escala de subred), mediante las relaciones entre los efectos de las medias temporales o espaciales de dichos procesos de escala de subred y el flujo a una mayor escala.

- Paridad De Red

Se define como la condición que se da cuando una fuente de generación de energía eléctrica es capaz de producir a un coste inferior o igual al precio generalista de compra de la electricidad directamente de la red eléctrica.

- Pérdida Promedio Esperada

La PAE es la pérdida promedio esperada anualizada durante un largo período de tiempo. Representa la cantidad de recursos que los países deberían reservar cada año para cubrir el costo de los desastres futuros, ante la falta de seguros o de otros mecanismos de financiación del riesgo de desastres.

- Resiliencia

Capacidad de un sistema social o ecológico de absorber una alteración sin perder ni su estructura básica o sus modos de funcionamiento, ni su capacidad de auto organización, ni su capacidad de adaptación al estrés y al cambio.

- Riesgo Clima

Variabilidad en el volumen de negocio o magnitudes económico-financieras de un agente económico provocada por condiciones meteorológicas no esperadas o adversas.

- Sistema Climático

El sistema climático es un sistema altamente complejo integrado por cinco grandes componentes: la atmósfera, la hidrosfera, la criósfera, la superficie terrestre y la biosfera, y las interacciones entre ellos. El sistema climático evoluciona con el tiempo bajo la influencia de su propia dinámica interna y debido a forzamientos externos como las erupciones volcánicas, las variaciones solares y los forzamientos inducidos por el ser humano, como los cambios en la composición de la atmósfera y los cambios en el uso de la tierra.

- Termohalina

El término se refiere a la circulación o movimientos del agua cuando hay cambios de densidad producidos ya sea por cambios en temperatura y salinidad.

- Unidad De Emisión Atribuida (UCA)

Igual a 1 tonelada (métrica) de emisiones de CO<sup>2</sup> equivalente, calculadas utilizando el Potencial de calentamiento mundial.

- Unidad De Reducción Certificada De Emisiones (CER)

Igual a 1 tonelada (métrica) de emisiones de CO<sup>2</sup> equivalente reducidas o secuestradas mediante un Mecanismos de Desarrollo Limpio, y calculado con el empleo Potencial de calentamiento mundial.

- Unidad De Reducción De Emisiones (ERU)

Igual a 1 tonelada (métrica) de emisiones de dióxido de carbono reducidas o secuestradas según la decisión de un proyecto de Aplicación conjunta (definido en el Artículo 6 del PK) calculado en base al Potencial de calentamiento mundial.