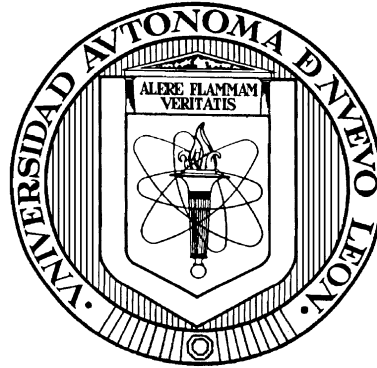


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES**



TESIS:

**CAMBIO CLIMÁTICO: PERMISOS DE CONTAMINACIÓN,
UNA ALTERNATIVA DE CONTRIBUCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES
DE DIÓXIDO DE CARBONO EN MÉXICO.**

PRESENTA

YAZMÍN YOLANDA PONCE CRUZ

**PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTORADO EN CIENCIAS SOCIALES
CON ORIENTACIÓN EN DESARROLLO SUSTENTABLE**

JULIO DE 2014

COMITÉ TUTORIAL

DIRECTOR: DR. PEDRO CÉSAR CANTÚ MARTÍNEZ

CODIRECTORES: DR. JULIO CÉSAR PUENTE QUINTANILLA

DRA. JOANA CECILIA CHAPA CANTÚ

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR

EN CIENCIAS SOCIALES CON ORIENTACIÓN

EN DESARROLLO SUSTENTABLE

JULIO DE 2014

Agradecimientos

Gracias a Dios por bendecirme abundantemente y permitirme alcanzar este objetivo académico.

Gracias al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por fomentar la realización de estudios de posgrado de calidad y la investigación en México, porque definitivamente estoy cierta de que los recursos económicos destinados y aplicados a la educación son una inversión redituable y, en lo personal, el apoyo económico que recibí fue parte fundamental para que en este momento esté escribiendo en un documento como este.

Gracias a la Universidad Autónoma de Nuevo León por alentar la flama de la verdad, gracias por permear en los estudiantes el ánimo de aprender más cada día. Gracias al Instituto de Investigaciones Sociales porque en esas aulas yo cambié el enfoque que tenía temas esenciales, gracias porque con lo ahí aprendido puedo ser más consciente y he revalorado los temas sociales y ambientales, que usualmente no pasaban de que los considerara temas necesarios de abordar, hoy para mí son preponderantes. Gracias a todos y cada uno de los catedráticos que tuve el honor de conocer y el privilegio de aprender de ellos.

Gracias a mi comité tutorial por la inmejorable labor que realizaron, gracias por su dirección, su conocimiento, sus aportaciones, el tiempo que me dedicaron, su comprensión, su paciencia y, en muchas ocasiones, el ánimo que me dieron para seguir adelante. Ustedes no sólo me ayudaron a concluir este proyecto de investigación, ustedes me han dado una lección de vida que estará conmigo siempre.

Gracias a mi ángel en el cielo que me formó con amor y valores, gracias porque eres mi modelo a seguir, por ti y para ti mi Tita hermosa.

Gracias a mi familia que lo ha dado todo, las palabras sabias de mi madre siempre fueron “la mejor herencia que les puedo dejar son sus estudios” gracias porque es invaluable tu herencia. Gracias mami y papi por la gran labor y sacrificio que han hecho, gracias hermana por ser una extensión de mi Tita, lo cual me alienta y me da fuerza, los quiero con todo mi corazón.

Gracias mi amada Jimena por el tiempo que me prestaste para las labores académicas, gracias mi amor por ser tan buena hija, mis deseos de superación, de ser mejor persona y dar lo mejor de mí, se potencializan por ti, con todo mi amor te dedico este trabajo.

Gracias a todas las personas que directa o indirectamente, de una u otra forma, fueron parte de este doctorado. A todos ustedes, ¡**Dios les bendiga!**

Proyecto de Investigación

Cambio climático: Permisos de contaminación, una alternativa de contribución para la reducción de emisiones de dióxido de carbono en México.

Yazmín Yolanda Ponce Cruz.

Resumen.

El cambio climático es considerado el problema ambiental más importante y desafiante en la actualidad, su fundamento científico se sustenta en la evidencia física de un aumento precipitado en la temperatura del planeta desde mediados del siglo XX; se establece que la mayor concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, en particular de dióxido de carbono (CO₂), está directamente relacionada con el incremento de la temperatura media global; a su vez, la mayor concentración de CO₂ en la atmósfera es atribuida a la actividad industrial, considerada como la principal fuente artificial de emisiones. El interés global por atender a este problema ambiental, se formalizó en el protocolo de Kyoto que entró en vigor el 16 de febrero del 2005 y contempló, originalmente, la reducción de por lo menos el 5% de la emisión de gases de GEI de los países desarrollados en el periodo 2008-2012; en 2013 se adiciona una enmienda al protocolo para establecer un segundo periodo compromiso que inició el 1 de enero de 2013 y termina el 31 de diciembre de 2020, se contempla una reducción en las emisiones de GEI agregadas de por lo menos un 25% a un 40%, con respecto a los niveles de 1990.

Por ser un país en desarrollo, México no está obligado a cumplir con la meta ambiental del protocolo de Kyoto, sin embargo está fuertemente comprometido para contribuir y enfrentar este desafío ambiental. La vulnerabilidad de México a los impactos del cambio climático es la fuente de fundamentación y estimulación en la planificación y puesta en marcha de acciones ambientales, que serán dirigidas en dos sentidos: la mitigación (control y reducción de emisiones) y la adaptación (contrarrestar los impactos). La presente investigación expone una revisión analítica de la literatura sobre el cambio climático, el protocolo de Kyoto y; la situación, postura y medidas de México ante el cambio climático; haciendo un minucioso análisis en una alternativa de contribución para hacer frente a este problema: los permisos de contaminación negociables, en una aplicación hecha a la industria cementera mexicana; dicho análisis es complementado con otras herramientas que robustecen el ejercicio empírico. Las condiciones políticas nacionales parecen perfilarse a favorecer y propiciar que se emprendan acciones para enfrentar el cambio climático, con la Ley General de Cambio Climático (LGCC) publicada el 6 de junio de 2012 y con los cambios institucionales suscitados, como la reestructuración orgánica del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC); adicionalmente y considerando la fortaleza teórica y la evidencia empírica exitosa, se sugiere que al implementarse los permisos de contaminación como medida de política ambiental, los resultados son favorables para el medio ambiente, además de que se minimiza el costo económico de las empresas involucradas.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

I INTRODUCCIÓN	1
II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
III JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
IV OBJETIVO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
IV.I Objetivos específicos de la investigación.....	20
V HIPÓTESIS.....	21
1 EL CAMBIO CLIMÁTICO	22
1.1 Bases científicas	22
1.2 Escépticos del cambio climático.....	35
1.2.1 Fundamentos científicos del escepticismo	35
1.2.2 Fundamentos políticos del escepticismo	41
1.2.3 Fundamentos económicos de los escépticos.....	42
2 GESTIÓN AMBIENTAL Y MARCO JURÍDICO.....	44
2.1 Gestión ambiental y marco jurídico internacional.....	47
2.1.1 Antecedentes de la gestión ambiental internacional	47
2.1.2 La convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático	50
2.1.3 El protocolo de Kyoto	57
2.1.4 El cambio climático, punto focal internacional	63
2.2 Gestión ambiental y marco jurídico nacional.....	70
2.2.1 La gestión ambiental en México.....	70
2.2.2 El marco jurídico del cambio climático.....	91
2.2.3 Fundamento jurídico de los instrumentos económicos de política ambiental.....	98
3 PERMISOS DE CONTAMINACIÓN NEGOCIABLES.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1 Antecedentes teóricos	106
3.2 Definición	107
3.3 Fases de implementación.....	108
3.4 Métodos de asignación	109
3.5 Modalidades de intercambio	110

3.6	Criterios de decisión.....	113
3.7	Problemas principales	114
3.8	Fundamentos teóricos	115
3.9	Modelos.....	116
3.9.1	Enfoque de la agencia ambiental	116
3.9.2	Enfoque de la empresa.....	119
3.10	Análisis gráfico.....	122
3.11	Evidencia empírica	126
3.11.1	Estados Unidos	126
3.11.2	Dinamarca	128
4	INSTRUMENTOS ARTICULADORES DE VALIDACIÓN PARA LA APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE PERMISOS DE CONTAMINACIÓN	132
4.1	Validación de la contribución de las emisiones de CO ₂ en la temperatura media global.....	132
4.1.1	Relación entre las emisiones de CO ₂ y la temperatura	132
4.1.2	Datos	135
4.1.3	Análisis de estacionariedad.....	136
4.1.4	Análisis de regresión	138
4.1.5	Análisis de cointegración.....	138
4.2	Determinantes de las emisiones de CO ₂ en la industria del cemento	140
4.2.1	Escenario	140
4.2.2	La ecuación IPAT.....	144
4.3	Simulación de la aplicación para México: industria del cemento	154
4.3.1	Aplicación de los permisos de contaminación	154
4.4	Cálculos y resultados de la captura de carbono a través del sector forestal.....	162
4.5	Responsabilidad social en la Industria del cemento	167
4.5.1	Actitud proactiva a exigencias ambientales	176
4.5.2	Prácticas ambientales.....	184
5	CONCLUSIONES	193
6	BIBLIOGRAFÍA	208

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Balance radiativo.....	25
Figura 2: Composición de la atmósfera.....	29

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Concentraciones de CO ₂ (a) y variaciones de la temperatura (b).....	8
Gráfica 2: Proporción del CO ₂ en el total de gases que producen el efecto invernadero.	10
Gráfica 3: Emisiones de CO ₂ en México, 1990-2006.	11
Gráfica 4: Fuentes de emisiones de CO ₂	12
Gráfica 5: Perspectivas de CO ₂	13
Gráfica 6: Reducciones de CO ₂ en 2012: 50.7 MtCo ₂ e.	14
Gráfica 7: Comportamiento de la temperatura observada (negro), la simulada por la generación de GEI atropógenos (amarillo) y causas naturales (azul).	32
Gráfica 8: Cambios en el nivel del mar y en la cubierta de nieve.	32
Gráfica 9: Intensidad de los fenómenos meteorológicos.....	33
Gráfica 10: Equilibrio de mercado en un sistema de permisos de contaminación negociables.	124
Gráfica 11: Emisiones de dióxido de carbono por uso de energía.....	130
Gráfica 12: Producción mundial de cemento.....	141
Gráfica 13: Emisiones de CO ₂ en la producción de cemento.	144
Gráfica 14: Tasa de crecimiento de las variables EMISIONES, POBLACIÓN, PIB y ENERGÍA.....	147

Gráfica 15: Contribución acumulada de los factores en el crecimiento de las emisiones de CO ₂ .	152
Gráfica 16: Evolución acumulada de los factores de la identidad de Kaya.....	153

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Evolución del proceso de negociación: las conferencias de las Partes.	53
Cuadro 2: Compromisos de reducción de emisiones.....	59
Cuadro 3: Proyectos, estrategias, programas o acciones de mitigación de GEI en México.	85
Cuadro 4: Pruebas de raíz unitaria.	137
Cuadro 5: Pruebas de raíz unitaria variables en primeras diferencias.....	137
Cuadro 6: Resultados de las regresiones.....	138
Cuadro 7: Pruebas de cointegración.	139
Cuadro 8: Estadística descriptiva de las variables EMISIONES, POBLACIÓN, PIB y ENERGÍA.	146
Cuadro 9: Relación entre las variables EMISIONES, POBLACIÓN, PIB y ENERGÍA.....	147
Cuadro 10: Descripción de los factores de la identidad de Kaya.	150
Cuadro 11: Variaciones acumuladas de los factores contribuyentes a las emisiones de CO ₂	153
Cuadro 12: Resultados de la aplicación de los permisos de contaminación.....	161
Cuadro 13: Costo ambiental en los proyectos de captura de carbono.....	165
Cuadro 14: Estándares Internacionales de RSE en la dimensión medioambiental.....	172
Cuadro 15: Identificación de elementos de RSE de la dimensión ambiental en la industria cementera.....	175

I INTRODUCCIÓN

Actualmente, el problema ambiental más preocupante a nivel global es el cambio climático (Poder Ejecutivo Federal, 2009a); los impactos ambientales, económicos y sociales generados por este problema son de proporciones catastróficas, el aumento en la temperatura global puede provocar un incremento en la incidencia de sequías, incendios, jornadas de calor extremo, propagación de enfermedades, entre otros (Gaviola, González y Pravaz, 2007); la muerte de seres humanos, flora y fauna son un factor común en cada uno de los impactos del calentamiento de la tierra.

Desde finales de la década de los setenta se promueve la realización de estudios técnicos sobre el cambio climático, principalmente a través del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (PICC), creado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 1988; el PICC tiene como función analizar, de forma exhaustiva, objetiva, abierta y transparente; la información científica, técnica y socioeconómica relevante para entender los elementos científicos del riesgo que supone el cambio climático provocado por las actividades humanas, sus posibles repercusiones y las posibilidades de adaptación y atenuación del mismo (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2011).

La investigación científica adicionada a la creciente preocupación ecológica colectiva, han contribuido a revalorar y dimensionar la importancia de asumir la responsabilidad de llevar a

cabo acciones para contrarrestar el cambio climático por parte de los gobiernos y organismos internacionales (Poder Ejecutivo Federal, 2009a).

Los planes de acción que se deben implementar con carácter urgente deben contemplar ejecutar, por un lado medidas de mitigación para reducir las emisiones y, por el otro, medidas de adaptación, para minimizar los impactos. El protocolo de Kyoto es el marco general para definir estas acciones; en él los países participantes se comprometen a reducir en por lo menos 5% sus emisiones contaminantes para el periodo 2008-2012, considerando como año base 1990 (Naciones Unidas, 1998); en 2013 se incorpora una enmienda al protocolo para establecer un segundo periodo compromiso que inicia el 1 de enero de 2013 y termina el 31 de diciembre de 2020, se contempla una reducción de emisiones de GEI agregadas de por lo menos un 25% a un 40%, con respecto a los niveles de 1990 (Naciones Unidas, 2013).

El compromiso mundial de abatir los problemas ambientales se hace notar también en el programa de las Naciones Unidas “Objetivos de Desarrollo del Milenio 2015”; este programa integral contiene ocho objetivos fundamentales para el desarrollo, que están relacionados con los temas: pobreza, educación, igualdad, mortalidad en niños, salud materna, abatimiento del VIH, sostenibilidad del medio ambiente y fomento de una asociación mundial. El objetivo que hace referencia a cuestiones ambientales es el número 7: “Garantizar la Sostenibilidad del Medio Ambiente”, la meta 7 A incluida en el objetivo, considera la incorporación de principios de desarrollo sostenible en las políticas y programas nacionales y reducir la pérdida de recursos del medio ambiente. La reducción de emisiones de CO₂ y la disminución en el consumo de

productos que agotan la capa de ozono, son dos de los indicadores que darán evidencia del cumplimiento de dicha meta (Naciones Unidas, 2008). Otras aportaciones internacionales son las hechas por el Grupo de los Ocho (G 8), el Grupo de los Veinte (G 20), el Grupo de los Setenta y Siete y China (G 77 + China), el Grupo Asia-Pacífico (AP 6), el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC), los Objetivos de Desarrollo del Milenio, la Agenda 21 y Río + 20.

Nuestro país también ha interiorizado la preocupación y compromiso por contribuir con este problema ambiental de escala mundial; a nivel internacional, México ha participado en diversos acuerdos internacionales vinculados al cambio climático, entre los que destacan, el protocolo de Montreal¹ y el protocolo de Kyoto (SEMARNAT, 2009), aun cuando por ser país en vías de desarrollo, no está obligado con el cumplimiento de la meta ambiental del 2012 y el segundo periodo compromiso que concluirá en 2020, conforme a lo estipulado en el protocolo de Kyoto; coadyuvando con el objetivo internacional, el país dio respuesta a este desafío global a través del Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2009-2012, una iniciativa transversal² del Gobierno Federal que considera la aplicación de medidas de mitigación, consistentes en el control y la reducción de las emisiones y; de medidas de adaptación, que contrarresten los impactos negativos del calentamiento del planeta. El programa plantea opciones con prospectiva para reducir emisiones rumbo al 2020 y 2050 (Poder Ejecutivo Federal, 2009b). En una visión de largo plazo, México asume el objetivo indicativo de reducir en 50% sus emisiones de GEI al 2050, respecto a las emitidas en el año 2000, lo que podría contribuir a un escenario

¹ Tratado internacional diseñado para proteger la capa de ozono de las sustancias que son probablemente responsables del agujero en la capa de ozono. Fue firmado el 16 de septiembre de 1987 y entró en vigor el 1 de enero de 1989.

² Se refiere a que están involucradas y comprometidas todas las dependencias del gobierno federal.

de estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera, compatible con un límite del incremento de la temperatura superficial promedio entre 2 y 3 grados centígrados (°C) y, una convergencia flexible hacia un promedio global de emisiones per cápita (CICC, 2009).

Como una medida de mitigación de emisiones el PECC considera el desarrollo de instrumentos económicos que contribuyan a la reducción de GEI, particularmente un sistema de permisos de emisiones coexistiendo con regulaciones o mecanismos fiscales; los permisos de contaminación negociables son un tipo de instrumentos económicos de política ambiental que proporcionan una alternativa de solución para que las empresas realicen sus actividades de producción al menor costo posible³ y alcanzando un objetivo ambiental determinado (Poder Ejecutivo Federal, 2009b).

Este intento operativo por realizar esfuerzos para contrarrestar el cambio climático, actualmente está institucionalizado a través del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y legislado fundamentalmente en la Ley General de Cambio Climático (LGCC), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012.

En aras de contribuir con los esfuerzos para reducir las emisiones de dióxido de carbono⁴ y, considerando que, necesariamente tendrían que coexistir otro tipo de medidas ambientales; esta investigación emerge con el ánimo de fungir como un elemento argumentativo para una

³ Costo de reducción de emisiones.

⁴ El dióxido de carbono (CO₂) es un compuesto formado por dos átomos de oxígeno y uno de carbono. Es un gas incoloro, denso y poco reactivo que es parte de la composición de la tropósfera.

política pública que instrumente la aplicación de una medida económico-ambiental; para lo cual se presenta una revisión de la literatura en torno a: el cambio climático, los acuerdos internacionales que tienen como objetivo dar solución a dicho problema ambiental, la gestión ambiental en México ante el cambio climático, además se ofrece el análisis de una alternativa de solución para la reducción de emisiones de CO₂, mediante la simulación de la aplicación de permisos de contaminación negociables en la industria del cemento; este ejercicio empírico está robustecido por ejes articuladores mediante los cuales: se formaliza la relación estadística entre las emisiones de CO₂ y el aumento en la temperatura; se aplica una versión modificada de la identidad de Kaya mediante la cual se establecen los factores determinantes de las emisiones de CO₂ para la industria del cemento; se cuantifica la cantidad de emisiones⁵ de CO₂ que se pueden capturar si se implementa un proyecto de conservación o reforestación de la superficie vegetal y; se realiza un estudio cualitativo de la responsabilidad social de la industria cementera a fin de inquirir su grado de susceptibilidad para adoptar medidas de política ambiental.

De los resultados obtenidos se destaca que durante los 10 años que se captan recursos a través del cobro de impuestos se recibiría, en promedio, 4 veces más de lo que se necesita para financiar alguno de los proyectos de servicios ambientales de captura de carbono, proyectos que retirarían de la atmósfera las emisiones excedidas de la industria cementera mexicana; para esta industria que en 2011 generó un Producto Interno Bruto⁶ de \$516,398,328,000.00 (precios corrientes) la posibilidad de implementar un sistema de permisos de contaminación se considera real de suscitarse, en virtud de la solvencia que tendría la industria para cubrir el

5 Generadas por la industria cementera.

6 Fuente: INEGI

costo económico de la alternativa económico-ambiental, ya que éste representa el 0.16% del PIB de la industria; o dicho de otra forma el PIB de la industria es 4,600 veces mayor al costo de los permisos de contaminación; considerando el año de mayor recaudación.

II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En 1979, durante la primera conferencia sobre el clima, organizada por la Organización Mundial Meteorológica⁷ (OMM), se consideró a nivel internacional la amenaza que representaba en el planeta el cambio climático (Zillman, 2009). De acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el cambio climático es “el 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 periodos de tiempo comparables” (Naciones Unidas, 1992, P. 3).

Investigaciones recientes muestran cómo desde mediados del siglo XX ha existido un aumento gradual en la temperatura del planeta (ver gráfica 1)⁸; el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático⁹ (IPCC, 1990) indica que es muy probable que el aumento de las temperaturas observado sea debido a las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) antropogénicas¹⁰. Ante el abrupto y precipitado aumento de la temperatura media global, el impacto del cambio climático ocurre en diversos sectores: medioambiental, económico, salud y social; específicamente las consecuencias que más preocupan son: la disminución o deshielo de las zonas glaciares, las sequías, los incendios forestales, las intensas olas de calor y la

⁷ OMM: organismo especializado de la Organización de las Naciones Unidas, integrado por 183 países miembros, que coordina la actividad científica mundial y facilita la cooperación internacional en materia de servicios y observaciones meteorológicas (http://www.wmo.int/pages/index_es.html).

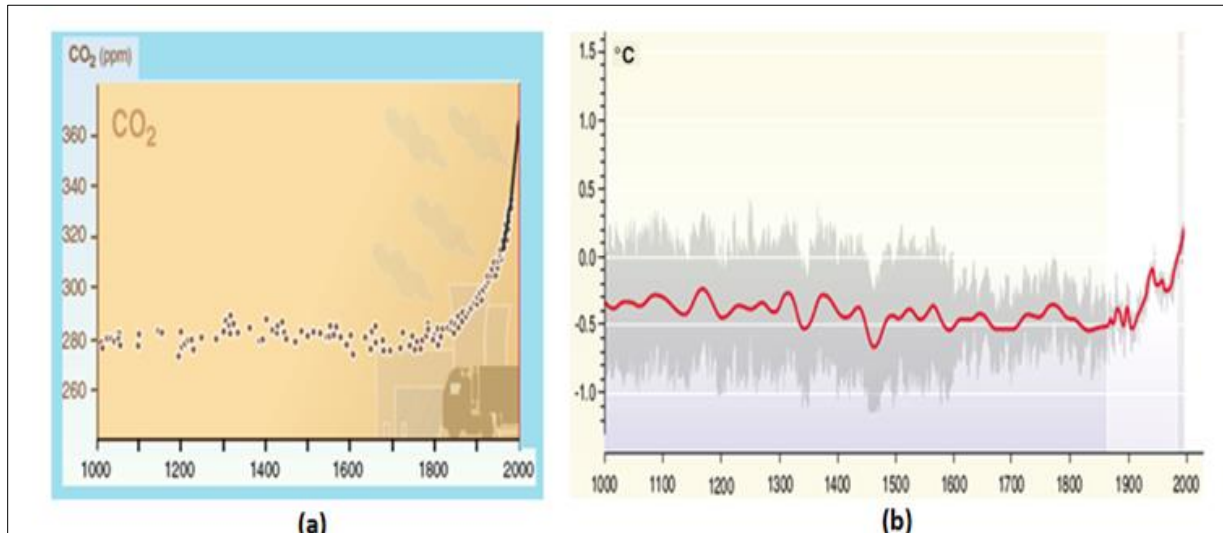
⁸ En la gráfica 1 (a) se puede observar como durante el último milenio han aumentado rápidamente las concentraciones de CO₂, lo cual se puede atribuir principalmente, al crecimiento industrial a partir del año 1750. La consecuencia de este crecimiento de la actividad económica es el aumento en la temperatura, que también ha sido precipitado en los últimos 100 años [ver gráfica 1 (b)].

⁹ Traducción de Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

¹⁰ Efecto resultado de la actividad humana. En el capítulo 1 se ahonda sobre la definición de Gases Efecto Invernadero.

propagación de enfermedades, cada una de ellas genera una pérdida cuantiosa de seres humanos, flora y/o fauna (Gaviola et al., 2007).

Gráfica 1: Concentraciones de CO₂ (a) y variaciones de la temperatura (b)



Fuente: (a)¹¹ PICC, 2002 y (b)¹² PICC, 2001. Periodo 1000-2000.

A partir de que el argumento científico atribuyó el cambio climático a la actividad humana, se inició la realización de diversas acciones internacionales con el propósito de que, en un esfuerzo conjunto, los países pudieran atender las causas y consecuencias de este desafío ambiental; como resultado de la gestión internacional, en 1997, el PICC promovió un acuerdo llamado “Protocolo de Kyoto” en el cual los países industrializados, en un esfuerzo individual o conjunto buscarían que sus emisiones atropógenas agregadas¹³, se redujeran durante el periodo 2008-

¹¹ Concentraciones atmosféricas de CO₂ en el periodo 1000-2000 a partir de datos de testigos de hielo y mediciones atmosféricas directas durante los últimos decenios.

¹² Variaciones de la temperatura media. Durante el periodo 1000-1860 las observaciones corresponden al hemisferio norte, extraídos a partir de datos por representación (anillos de los árboles, corales, testigos de hielo y registros históricos). La línea muestra una media en 50 años, el área gris es el límite de confianza al 95% de los datos anuales. Para el periodo 1860-2000 se muestran las observaciones de variaciones anuales y mundiales de la temperatura media de la superficie. La línea muestra la media por decenios.

¹³ Expresadas en dióxido de carbono equivalente.

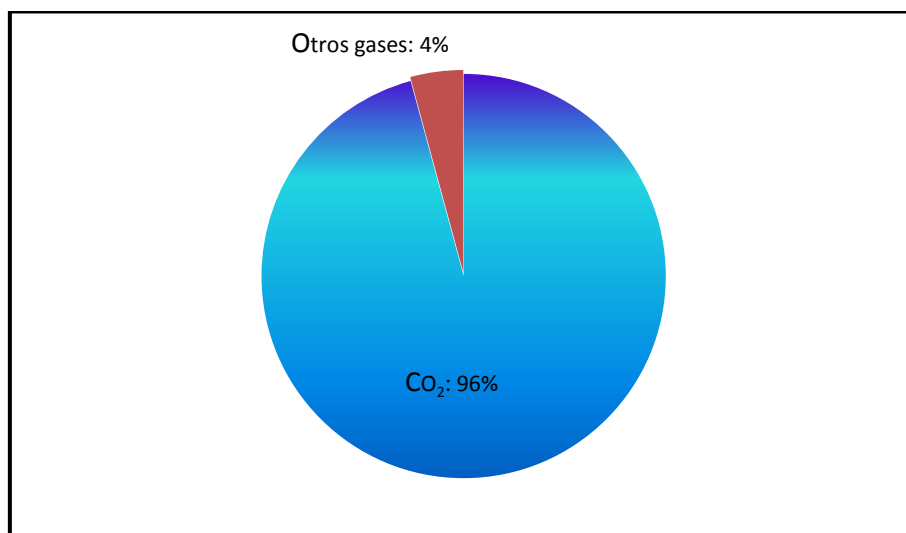
2012 a un nivel inferior en no menos del 5% al de 1990. Este acuerdo, que entró en vigor en febrero de 2005 con la participación de 184 países, además del compromiso de reducción de emisiones también promueve el desarrollo económico sostenible (Naciones Unidas, 1998); en 2013 se incorporó una enmienda al protocolo para establecer un segundo periodo compromiso que inicia el 1 de enero de 2013 y termina el 31 de diciembre de 2020, se contempla una reducción de emisiones de GEI agregadas de por lo menos un 25% a un 40%, con respecto a los niveles de 1990 (Naciones Unidas, 2013).

Como parte de las políticas y medidas para reducir la emisión de contaminantes destacan: el fomento de la eficiencia energética, la promoción de actividades agrícolas disponibles, el uso de energías renovables, la aplicación de instrumentos de mercado, el fomento de reformas apropiadas que limiten o reduzcan la emisión de GEI, entre otras (Naciones Unidas, 1998).

Pese a la existencia de estas iniciativas, la falta de consenso ha obstaculizado el avance de la gestión para combatir el cambio climático; destaca el retiro de Estados Unidos del Protocolo de Kyoto en el año 2001, durante el periodo presidencial de G. W. Bush y bajo el argumento de que los acuerdos eran ineficientes e inequitativos; se cuestionó la medida de excluir de las restricciones a los países en vías del desarrollo ya que atentaba contra las economías de los países industrializados, quienes obligadamente debían reducir sus emisiones (Figueres, 2007).

En lo que respecta a México, los informes gubernamentales establecen que es el doceavo país con más emisiones de CO₂; en el año 2006 generó 1.6% (715 MTCO₂e)¹⁴ de las emisiones globales de GEI y ha sido altamente vulnerable a los efectos adversos¹⁵ (Poder Ejecutivo Federal, 2009a). Con cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) se estimó¹⁶ que en México, del total de emisiones de GEI, el 96 % correspondía a emisiones de CO₂, mientras que el 4% restante eran metano, monóxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles¹⁷, óxido nitroso e hidrofluorocarbonos¹⁸ (ver gráfica 2).

Gráfica 2: Proporción del CO₂ en el total de gases que producen el efecto invernadero



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. SEMARNAT. Compendio de Estadísticas Ambientales, 2002.

¹⁴ Equivalente en toneladas métricas de dióxido de carbono. Una tonelada métrica corresponde a 1000 Kilogramos o a la masa de 1000 litros de agua.

¹⁵ En 1999 se destinaron 6 mil 700 millones de pesos para reconstruir caminos, escuelas, viviendas, hospitales y pagar sueldos temporales a mexicanos afectados por lluvias, inundaciones, sequías y un temblor. En los primeros años del siglo XXI, más de 400 personas murieron a causa de las inundaciones y 270,000 perdieron su casa. Más del 80% de las víctimas de desastres naturales pertenecen a comunidades pobres (Díaz, 2008).

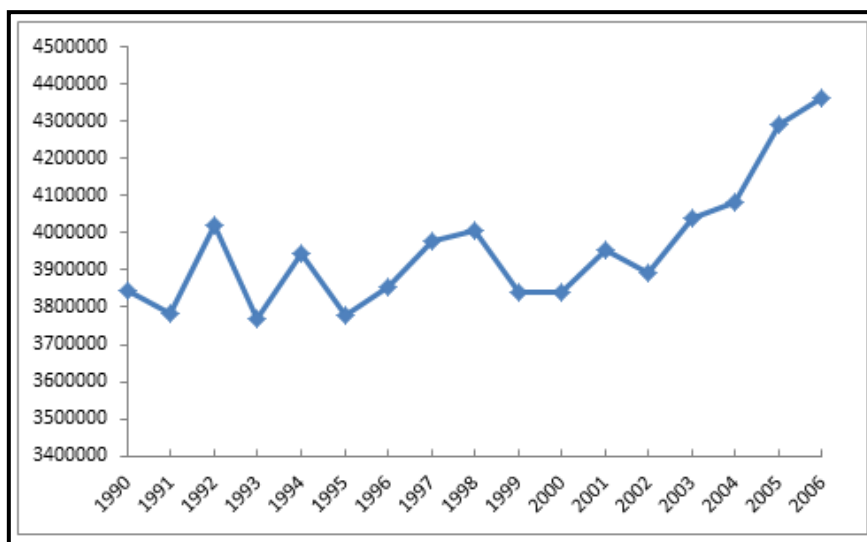
¹⁶ Los porcentajes fueron calculados de cantidades absolutas medidas en gigagramos. Un gigagramo equivale a mil toneladas, 1998, cifras redondeadas.

¹⁷ No incluye el metano.

¹⁸ Ordenados de mayor a menor en proporción de las emisiones.

En la gráfica 3 se muestra la evolución de las emisiones de CO₂ en México durante el periodo 1990-2006; es posible observar que después del año 2003 existe una clara tendencia de incremento de las emisiones. Los principales emisores de dióxido de carbono fueron el transporte y la generación de electricidad, con el 26% de emisiones cada uno; la producción de metales, residencial, productos minerales, comercial, agricultura y la industria química generaron en conjunto el 20% del total de dióxido de carbono; después se encuentra, con un 16%, la Industria (ISIC) que incluye, entre otras, la producción de cemento y la metalurgia y; por último las industrias energéticas con un 12% del total de emisiones¹⁹ (ver gráfica 4).

Gráfica 3: Emisiones de CO₂ en México, 1990-2006.

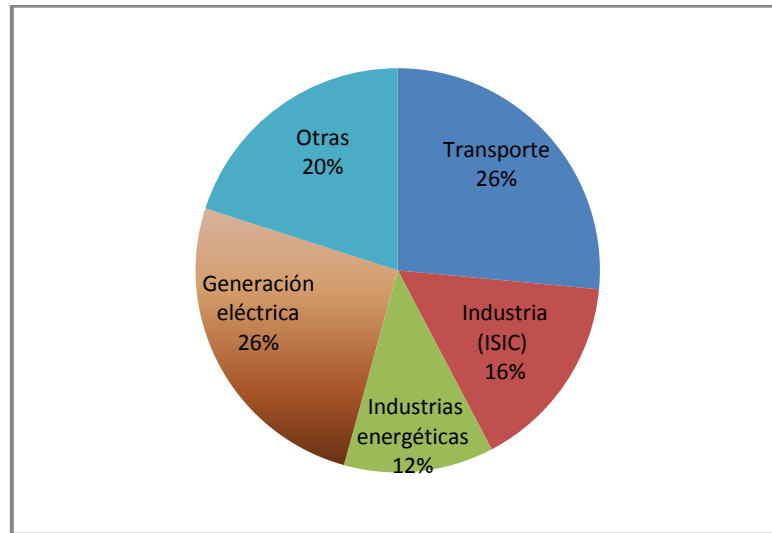


Fuente: Elaboración propia con datos de los indicadores de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. La cifras de CO₂ son miles de toneladas métricas²⁰.

¹⁹ Los porcentajes fueron redondeados y calculados de cantidades absolutas medidas en gigagramos. Un gigagramo equivale a mil toneladas.

²⁰ Una tonelada métrica equivale a 1000 kilogramos o a la masa de 1000 litros de agua.

Gráfica 4: Fuentes de emisiones de CO₂

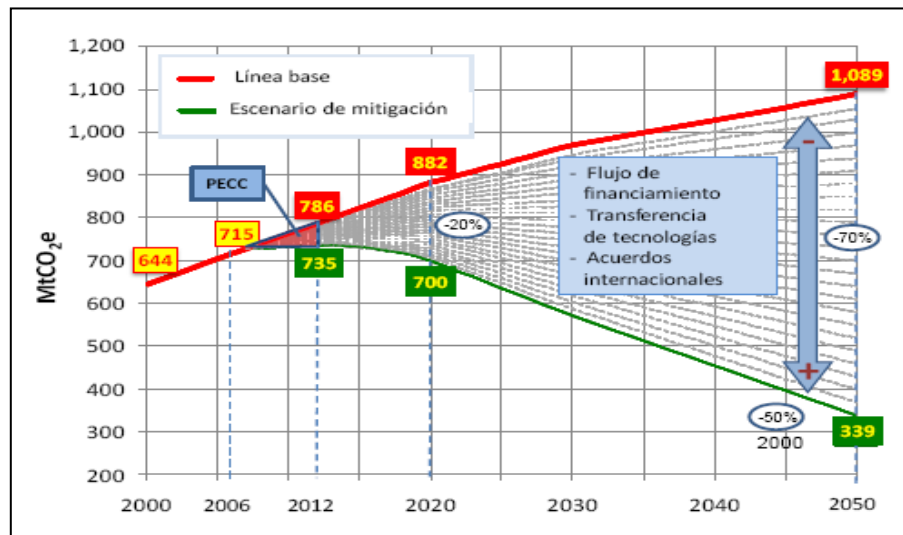


Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. SEMARNAT. Compendio de Estadísticas Ambientales, 2002.

Como parte de la estrategia de mitigación, el PECC considera una etapa de “estabilización” de las emisiones²¹ en 735 MTCO₂e que inició en el 2009 y se extiende hasta el año 2020, en esta etapa se reducirían un 20% las emisiones para llegar a 700 MTCO₂e y posteriormente continuar con una etapa de descenso paulatino de emisiones proyectando que para el año 2050 se alcanzará un nivel de emisiones de 339 MTCO₂e (Poder Ejecutivo Federal, 2009b); este escenario se muestra en la gráfica 5.

²¹ Las cifras de las emisiones están representadas en millones de toneladas métricas.

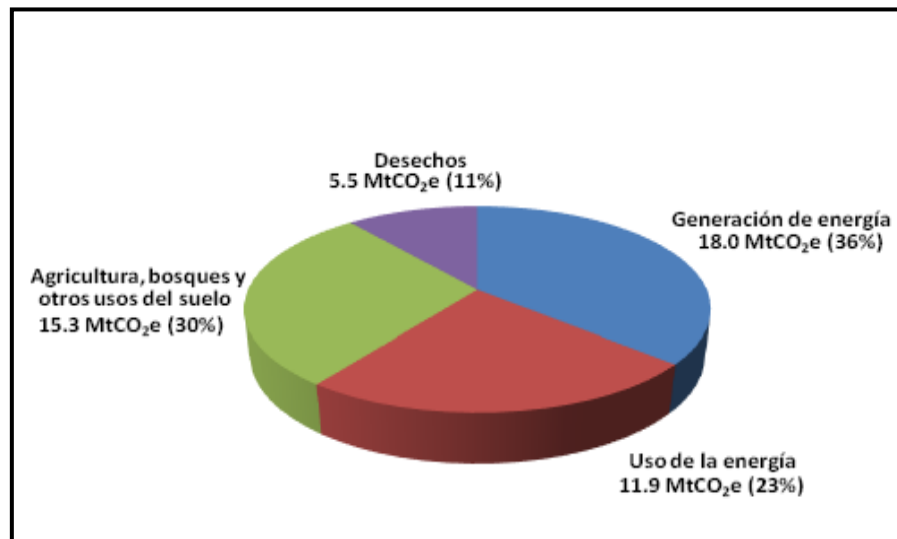
Gráfica 5: Perspectivas de CO₂.



Fuente: PECC 2009-2012. Realizado con base en: el inventario Nacional de Emisiones de GEI de 1990-2006, las prospectivas 2008-2017 del sector energía y el escenario tendencial promedio global de la perspectiva ambiental de la OCDE.

El Informe de Avances del PECC indica que, desde el inicio de la etapa de estabilización en 2009 y hasta el cierre del 2011, se había logrado un avance de 80%, las reducciones al finales de dicho año fueron de 40.66 MtCO₂e; es decir, sin acciones de mitigación la tendencia de las emisiones las harían ubicarse en 2011 en 786 MtCO₂e, el objetivo de reducción de emisiones del PECC era tener 735 MtCO₂e; sin embargo el Informe de Avances sostiene que el nivel al cierre de 2011 fue 745 MtCO₂e; se establece que, el cumplimiento (no alcanzado en su totalidad) de las metas de mitigación en el año 2012 fue el resultado de acciones desarrolladas en los sectores relacionados con la generación y uso de energía, la agricultura (cambio en el uso de suelo), silvicultura, bosques y otros usos del suelo y, desechos (ver gráfica 6) (Poder Ejecutivo Federal, 2012); al no contar con un inventario nacional de emisiones, no podemos constatar las cifras presentadas por el PECC.

Gráfica 6: Reducciones de CO₂ en 2012: 50.7 MtCO₂e.



Fuente: Poder Ejecutivo Federal, 2009b, P. 1.

Como uno de sus elementos transversales, el PECC considera el desarrollo de instrumentos para la valoración del carbono en la economía nacional, en donde puedan coexistir un sistema de permisos de contaminación negociables y otras regulaciones o mecanismos fiscales (Poder Ejecutivo Federal, 2009b). Las condiciones políticas nacionales parecen perfilarse a que exista un escenario favorable para emprender acciones para enfrentar el cambio climático, el 6 de junio de 2012 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Ley General de Cambio Climático (LGCC) vigente a partir del 10 de octubre de 2012; este instrumento legislativo considera en el artículo 26 fracción IX que el “uso de instrumentos económicos en la mitigación, adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático incentiva la protección, preservación y restauración del ambiente; el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, además de generar beneficios económicos a quienes los implementan” (Diario Oficial de la Federación, 2012b, P.15). Adicionalmente, en junio de 2013 se publicó la Estrategia Nacional de Cambio

Climático (ENCC)²², en la que se definen las bases de la política nacional de cambio climático que sustentan los ejes estratégicos en materia de adaptación y mitigación, los cuales conducirán al país, respectivamente, hacia la resiliencia y un bajo desarrollo de emisiones (Diario Oficial de la Federación, 2013b).

Los permisos de contaminación negociables son instrumentos económicos de política ambiental mediante los cuales el estado otorga a las empresas el derecho de emitir una determinada cantidad de algún contaminante en cierta región en un lapso de tiempo establecido (Jacobo, 2001). Estos permisos tienen como antecedente el teorema del costo social propuesto por Ronald Coase (1960) en el cual se plantea una posible solución para controlar y disminuir las externalidades²³ mediante los derechos de propiedad de emisión de contaminantes. Crocker (1966) propuso que el gobierno fijara el número máximo de emisiones de contaminantes y administrara el sistema de permisos de contaminación negociables y Montgomery (1972) fundamentó matemáticamente la minimización de costos que resulta de la aplicación del sistema.

El marco teórico y la evidencia empírica demuestran que al implementar un sistema de permisos negociables como mecanismo de control o reducción de la contaminación, además de que se minimiza el costo económico de las empresas de reducir sus emisiones, permite alcanzar los objetivos ambientales establecidos. Esta propuesta hace un ejercicio de simulación de la

²² DOF del lunes 3 de junio de 2013: ACUERDO por el que se expide la Estrategia Nacional de Cambio Climático.

²³ Existe una externalidad cuando la producción o consumo de un bien afecta directamente a las empresas o consumidores que no participan directamente en su venta o compra y cuando dichos efectos no se reflejan completamente en el precio de mercado (<http://www.tueconomia.net/gobierno-y-economia/externalidades-tipos-y-definicion.php>).

aplicación de un sistema de permisos de contaminación en la industria cementera en México; la cual es considerada como una industria estratégica ya que produce un insumo básico e insustituible para un sector de gran importancia económica, la industria de la construcción de obras privadas y públicas; la producción de cemento y concreto representa más de la mitad de los insumos requeridos en la construcción; asimismo, se considera que el desempeño productivo en el sector de la construcción es un reflejo claro de la actividad económica total. Otro dato relevante es que México es uno de los 10 productores más importantes de cemento en el mundo, en Latinoamérica es el principal productor de cemento, seguido por Brasil. De estas interrelaciones se sugiere que el papel de la industria cementera es esencial para la actividad económica, por su función como materia prima de la construcción y por la derrama económica que ejerce en otras industrias mediante la generación de 110 empleos indirectos (De la Garza y Arteaga, 2011).

III JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La actividad industrial esta positivamente relacionada al aumento precipitado de la temperatura del planeta (PICC, 2007). Las empresas emiten una gran cantidad de contaminantes, provocando daños al medio ambiente, sin embargo, la actividad económica de dichas empresas es necesaria para solventar las necesidades de los seres humanos. Por tanto, el crecimiento de las empresas no debe estar desligado de la protección o mejoramiento del medio ambiente; es necesario “elegir opciones de desarrollo que se ajusten a los límites que la atmósfera terrestre impone a la sustentabilidad económica” (Poder Ejecutivo Federal, 2009c, P. 8).

Las teorías del desarrollo económico actuales muestran la importancia de conciliar la relación medio ambiente - producción industrial al proponer un proceso de cambio sustantivo en los fundamentos (representados por el crecimiento económico, restringiendo o no la producción) y en las organizaciones (Tello, 2006). Este armonización entre el ambiente y la actividad económica también está implícita en las aportaciones de Amartya Sen (2000) quien en su concepción de desarrollo como un proceso integrado en el que se expanden libertades económicas, sociales y políticas que son fundamentales, que están interrelacionadas entre sí y que permiten el reconocimiento del rol de los valores sociales y las costumbres que se encuentran vigentes; permite inferir, bajo esta misma lógica, que el desarrollo implica también la libertad de vivir en condiciones ambientales óptimas para los seres vivos, sin esta libertad fundamental no puede existir expansión hacia las demás libertades. Ante el mundialmente y erróneo argumento que establece que el desarrollo económico está en función

preponderantemente del crecimiento económico; Sen (2000) también establece que el desarrollo debe ir más allá del crecimiento económico, considera que si bien el “crecimiento económico” es un instrumento para alcanzar el fin llamado “desarrollo económico”, deja claro que no existe una relación dependiente exclusivamente entre estas dos variables.

La autora de esta investigación es partidaria de la propuesta de las teorías del desarrollo y de la filosofía de Amartya Sen y cree firmemente en la necesidad de un cambio de paradigma productivo e institucional; sin embargo, parte del reconocimiento de la existencia de un grave problema ambiental que necesita combatirse, el cambio climático antropogénico; la necesidad de hacer frente a este problema mundial motivó la intención de explorar los permisos de contaminación como una de las alternativas económicas coadyuvantes en la mitigación de las emisiones de CO₂. Se reconoce que esta opción de contribución al problema es subóptima, en el sentido de que propone una solución en un sistema económico insostenible, pero se tiene la convicción de que es preferible hacer una aportación a no hacer nada, más aún, cuando se trata de un instrumento económico-ambiental con resultados favorables en otros países y que no ha sido utilizado en México. El análisis teórico y empírico de esta herramienta de contribución para la sustentabilidad ambiental permitirá presentar una propuesta sólida para argumentar la puesta en práctica de esta medida.

Esta investigación ofrece a los lectores conocer la base científica del cambio climático, su marco institucional, la postura y plan de acción de México ante el problema, el argumento teórico y la evidencia empírica de los permisos de contaminación negociables y la simulación de la

aplicación de un sistema de permisos de contaminación para la industria cementera en México. El ejercicio empírico está robustecido por ejes articuladores mediante los cuales: se formaliza la relación estadística entre las emisiones de CO₂ y el aumento en la temperatura; se aplica una versión modificada de la identidad de Kaya mediante la cual se establecen los factores determinantes de las emisiones de CO₂ para la industria del cemento; se cuantifica la cantidad de emisiones²⁴ de CO₂ que se pueden capturar si se implementa un proyecto de conservación o reforestación de la superficie vegetal y; se realiza un estudio cualitativo de la responsabilidad social de la industria cementera a fin de inquirir su grado de susceptibilidad para adoptar medidas de política ambiental.

Se considera que el alcance de esta investigación ocurre en los ámbitos económico, por proponer un instrumento eficiente; ambiental, por contribuir a la reducción de emisiones; social porque la argumentación teórica y empírica abordada genera conocimiento y conciencia ambiental en la sociedad y; política, porque a través de esta propuesta se pueden establecer las bases para la creación de una política pública encaminada a reducir las emisiones de CO₂.

²⁴ Generadas por la industria cementera.

IV OBJETIVO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

Construir una base teórica integral del cambio climático, que argumente la relevancia de conocer y enfrentar este problema y, que coadyuve en la determinación de la eficacia y cumplimiento de los programas y compromisos internacionales de reducción de emisiones de GEI en México. La reducción de CO₂ se modela a través de un sistema de permisos de contaminación negociables aplicados a la industria del cemento, este mecanismo permite generar ingresos gubernamentales que son destinados a los programas de conservación o regeneración de masa forestal.

IV.I Objetivos específicos de la investigación

- Proporcionar elementos estadísticos para validar la relación entre emisiones de CO₂ y aumento de la temperatura del planeta.
- Identificar los factores determinantes de las emisiones de CO₂ en la industria cementera.
- Comprobar la eficacia de la reducción de emisiones de CO₂ derivada de la implementación del sistema de permisos negociables.
- Cuantificar los beneficios económicos y ambientales de la ejecución los permisos de contaminación.
- Comprobar la solvencia de recursos económicos derivados de la aplicación de permisos de contaminación para financiar proyectos forestales de captura de carbono.

- Proporcionar elementos cualitativos que permitan determinar la susceptibilidad de las empresas cementeras de acoger una política pública de control de la contaminación a través de la identificación de acciones de Responsabilidad Social Empresarial en la dimensión ambiental.

V HIPÓTESIS

La implementación de un sistema de permisos de contaminación y su aplicación como fuente de financiamiento de proyectos de captura de carbono contribuyen con los programas de reducción de emisiones de GEI establecidos en México, favoreciendo el cumplimiento de los compromisos adquiridos en los acuerdos internacionales

1 EL CAMBIO CLIMÁTICO

1.1 Bases científicas

En el artículo 1 del documento publicado por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, se establece el cambio climático como “el 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 periodos de tiempo comparables” (Naciones Unidas, 1992, P. 3). La definición de la CMNUCC sobre cambio climático requiere comprender por qué la actividad humana se puede relacionar con la concentración de gases en la atmósfera y por qué la composición atmosférica tiene implicaciones en el clima; además, la definición menciona que el cambio climático es un cambio en el clima que se suma a la variabilidad natural de éste, por tanto, es pertinente entender qué es la variabilidad climática.

Antes de la definición del clima, es importante precisar que, para recopilar datos del clima se realiza un proceso continuo de evaluación sistemática, homogénea y durante periodos representativos de la información meteorológica, este procedimiento sistemático permite identificar las variaciones climáticas. El clima es entendido como el estado cambiante de la atmósfera que interactúa con los océanos y el continente en escalas de tiempo y espacio (Magaña, 2004), está relacionado con el concepto de permanencia, cuando existe un cambio fuera de los valores promedio en la temperatura, la humedad, los vientos y las precipitaciones, se origina una variación climática, estas variaciones han existido y existirán en todo tiempo (Vásquez, 2009); la variabilidad natural del clima está relacionada a los siguientes factores:

cambios en la radiación solar, variaciones orbitales, impactos de meteoritos, erupciones volcánicas, deriva continental, corrientes oceánicas, la composición atmosférica, entre otros (Magaña, 2004). Sin embargo, durante el siglo pasado se observó un incremento precipitado en la temperatura del planeta, Ávalos (2004) argumenta que a la década de los ochenta se le conoce como la “década del invernadero”, debido a las altas temperaturas globales promedio registradas y a la serie de condiciones climáticas inusuales presentadas en varias partes del mundo, como sequías, inundaciones, ciclones, huracanes y tifones, por su parte, la década de los noventa fue la más calurosa de los últimos mil años y la temperatura global aumentó en promedio 0.6°C (Magaña, 2004).

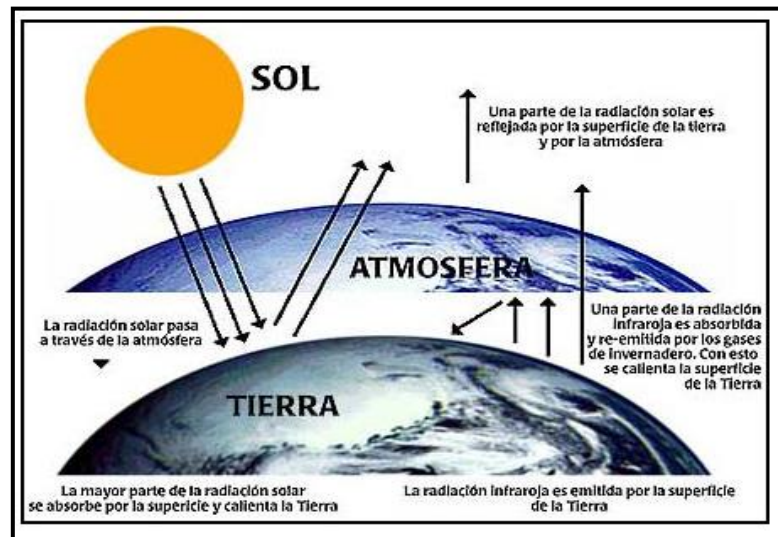
El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, tras siete años de conformación e investigación científica, ofreció su conclusión “El balance de las evidencias sugiere que hay una influencia humana discernible en el clima global” (Magaña, 2004, P. 18). En virtud de que la explicación de la influencia humana en el cambio climático está fundamentada en la atribución de la atmósfera para permitir que la temperatura del planeta sea propicia para el desarrollo de la vida, esto a su vez implica comprender el proceso de la radiación solar y el efecto invernadero. Las aportaciones científicas al respecto iniciaron con el planteamiento de Fourier (1824) quien propuso que la atmósfera funciona como una especie de invernadero, bajo esta consideración la composición y cantidad de gases en la atmósfera determina la capacidad de la tierra para recibir y emitir energía, una alteración en la composición de gases de la atmósfera rompe el equilibrio de recepción y emisión de energía y produce un cambio en la temperatura. Para profundizar en el tema, se precisan las aportaciones de Arrhenius, Chamberlain y Hoggom,

quienes durante la década de los años 1890 y en trabajos independientes, consideraron que la acumulación de CO₂ en la atmósfera por la quema de combustibles fósiles podría conducir a un calentamiento global, hasta este momento no se establecía que el proceso hubiese comenzado; Hogbom añade que la energía infrarroja emitida por la superficie, su absorción por el CO₂ y la re-emisión en todas direcciones calentaría el planeta. La aportación de Tyndall (1811) fortalece la propuesta de Hogbom al atribuir al dióxido de carbono y al metano (gases GEI) de la atmósfera la capacidad de absorber radiación infrarroja y re-emitirla en todas direcciones, con este argumento confirma que la acumulación de estos gases en la atmósfera produce el calentamiento de la superficie terrestre y la parte baja de la atmósfera (citado por Berner, 1995).

De manera específica en el tema de proceso de radiación solar, las primeras aportaciones científicas las realizaron Krichhoff, Stefan, Wien y Planck, durante 1860 y 1900, quienes desarrollaron la teoría de la absorción y la emisión de radiación, esta teoría fue incorporando nuevas aportaciones científicas y hoy expone que la tierra absorbe aproximadamente dos terceras partes de la radiación solar (radiación de onda corta) recibida, el resto es reflejada de regreso al espacio). La radiación recibida por la atmósfera es absorbida por la superficie en todas las magnitudes de onda (radiación de onda corta) y se redistribuye, principalmente, por circulaciones atmosféricas u oceánicas; esto genera un calentamiento de la tierra, que al ocurrir hace que la tierra emita la energía recibida como radiación infrarroja (radiación de onda larga) de menor energía, una parte es absorbida por las nubes y la atmósfera y, la otra parte se envía al espacio; a su vez, la atmósfera se calienta y re-emite radiación térmica infrarroja en todas

direcciones aumentando la temperatura del sistema climático, así la radiación solar y atmosférica recibida por la tierra propicia las condiciones para el desarrollo de la vida (citado por Magaña, 2004 y Shojjet, 2008); la recepción y re-emisión de radiación mantiene en el largo plazo un balance de energía (ver figura 1).

Figura 1: Balance radiativo



Fuente: Consejería del Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda. Valencia, España.

Vásquez (2009) expone que el balance radiativo (de energía) está controlado por factores forzantes, factores determinantes y por la interacción entre los subsistemas que conforman el sistema climático; explica que los factores forzantes por excelencia son la energía electromagnética proveniente del sol y el efecto invernadero en la atmósfera; los factores determinantes son las condiciones físicas y geográficas que influyen en aspectos relacionados con la transferencia de energía y calor (latitud, elevación, distancia al mar, composición del relieve, hidrografía y, vegetación). El sistema climático está constituido por la porción del

planeta en la cual se producen las interacciones físicas que condicionan el clima de la superficie (atmósfera, hidrosfera, criosfera, litosfera y la biosfera).

Cuando los valores de las variables climatológicas (temperatura, presión atmosférica, humedad, precipitación, etc.) fluctúan fuera del promedio, se establece una anomalía, una variabilidad climática; los cambios en el clima son producto de alteraciones en el balance de la radiación recibida, remitida o su distribución en la tierra. El resultado neto del balance entre la radiación recibida y re-emitada por la tierra es la temperatura efectiva; la capacidad de reflejar la radiación (albdeo) y la distancia del planeta con respecto al sol determinan una temperatura efectiva para la tierra de -18°C , el valor típico (promedio global y anual) de la tierra es de 15°C , esta diferencia de 33°C se debe al efecto invernadero que se da en cualquier planeta con atmósfera. La atmósfera es un filtro de radiaciones, deja pasar los rayos solares a la superficie terrestre que se calienta y re-emite la radiación terrestre para ser absorbida por la atmósfera y las nubes; es una mezcla de gases y de aerosoles (partículas sólidas y líquidas) suspendidos en ella (Garduño, 2004).

De acuerdo con la CMNUCC, en el artículo 1 se establece que se entiende por gases de efecto invernadero (GEI) "aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos (de origen humano), que absorben y re-emiten radiación infrarroja" (Artículo 1) (Naciones Unidas, 1992, P. 4). Los gases de efecto invernadero naturales son: el vapor de agua (H_2O), dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) y ozono (O_3); los gases de efecto invernadero antropógenos son: el dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso

(N₂O), perfluorometano (CF₄) y perfluoroetano (C₂F₆), hidrofluorocarbonos (HFC-23, HFCS-134a, HFC-152a) y hexafluoruro de azufre (SF₆)²⁵. Estos gases tienen la capacidad de retener el calor emitido por la superficie terrestre, manteniendo y regulando la temperatura en la tierra (Jaramillo, 2004).

El efecto invernadero es el resultado de la transparencia del aire para absorber la radiación solar y de lo muy matizado (opaco) para re-emitirla. Los componentes responsables del efecto invernadero conforman el 1% de los gases de la atmósfera, éstos son: el vapor de agua (H₂O) y el dióxido de carbono (CO₂) y gases traza (CH₄, NO_x, CFCs, etc.) con presencia ínfima en la atmósfera. Garduño (2004) establece la siempre existencia del efecto invernadero; como consecuencia de la composición natural de la atmósfera, expone que gracias a él tenemos en la tierra una temperatura relativamente alta, lo cual ha propiciado el surgimiento y la evolución de la vida. Sin embargo, esta situación normal y natural ha sido alterada anormal y artificialmente por el progreso humano de los últimos siglos, en 1904 Arrhenius pronosticó que las crecientes emisiones industriales de CO₂ determinarían un cambio notable en la concentración de este gas en la atmósfera, provocando un cambio climático global (Citado por Shojjet, 2008). Debido a que la industrialización ha inyectado a la atmósfera CO₂ y gases traza; el efecto invernadero de las últimas décadas debe ser atribuido a acciones antropogénicas (Garduño, 2004); el aumento de la concentración de gases de efecto invernadero genera ineficiencias en la re-emisión de energía recibida del espacio y se provoca un “círculo vicioso” en el que la radiación re-emitida al espacio vuelve a la superficie, aumenta la temperatura del planeta y desencadena la emisión de

²⁵ Gases regulados por la CMNUCC y el protocolo de Kyoto.

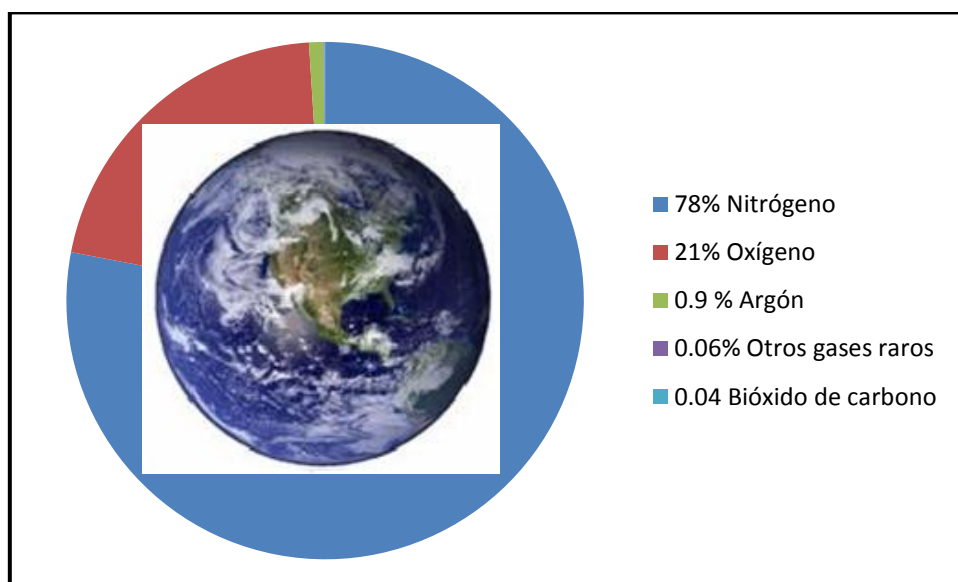
más energía (Magaña, 2004). En 1940 Callendar formaliza y demuestra la correlación existente entre la elevación de las concentraciones del dióxido atmosférico y la tendencia observada de la elevación de la temperatura; en la década de los cincuenta, Revelle y Suess (1956) demostraron de manera irrefutable que los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera se habían incrementado como resultado de la quema de los combustibles fósiles.

Los GEI antropógenos proceden de las siguientes actividades humanas (Jaramillo, 2004):

- El **dióxido de carbono** (CO_2) se genera principalmente por quemar combustibles fósiles²⁶ para producir energía, en la operación de los procesos industriales y por el uso de medios de transporte.
- El **metano** (CH_4) proviene de la agricultura, el uso del gas natural, la descomposición de los residuos en los rellenos sanitarios y del hato ganadero.
- El **óxido nitroso** (N_2O) se genera en la producción de ácido nítrico y ácido adípico, el uso de fertilizantes, en incineración de residuos y, en la quema de combustibles en el sector transporte.
- El **perfluorometano**, el **perfluoroetano** y los **hidrofluorocarbonos** (HFC) se generan en la producción de aluminio, espumas de poliuretano, ciertos solventes de limpieza especializados, aerosoles y, compuestos empleados en extintores.
- El **hexafluoruro de azufre** (SF_6) se genera durante la producción de ciertos tipos de aluminio, en fundiciones de aluminio o magnesio.

²⁶ Petróleo, gas natural y sus derivados.

Figura 2: Composición de la atmósfera



Fuente: Elaboración propia con datos de la Asamblea Legislativa del Distrito Federal, 2010.

Durante cientos de miles de años y hasta 1750, las concentraciones²⁷ de CO₂ en la atmósfera nunca excedieron las 280 partes por millón (ppm) (SEMARNAT, 2010); a través de un espectroscopio, Keeling (1960) mostró un aumento en las concentraciones de CO₂, en 1957 eran de 315 ppm²⁸; después de la revolución industrial, cuando la humanidad aumentó la quema de combustibles fósiles y aceleró la destrucción de los bosques²⁹ (sumideros de CO₂) las concentraciones se incrementaron en la atmósfera hasta 390 ppm. El incremento acelerado de los gases de efecto invernadero han ocasionado las concentraciones más altas de los últimos 420 mil años; las temperaturas promedio globales exceden lo visto en los últimos mil años.

²⁷ La concentración de los gases en la atmósfera se puede expresar en partes por millón (ppm) o billón (ppb). En el caso de ppm, se puede interpretar como un centímetro cúbico (cm³) de gas por metro cúbico de aire; una ppm también significa que hay una molécula del gas en cuestión por cada un millón de moléculas de todos los gases presentes.

²⁸ En marzo de 2010 el nivel de concentraciones de CO₂ se ubicó en 391.06.

²⁹ La deforestación como contribuyente del problema de cambio climático fue sugerida en 1854 por Hutchinson.

Lotka (1924) sugirió que el tiempo para el calentamiento global se reduciría a 500 años y Plass (1959) estimó que la temperatura promedio aumentaría 3°C a finales del siglo (Citado por Shojjet, 2008).

Los cambios en las temperaturas son, evidencia irrevocable de la consecuencia de las actividades humanas, pero subyacentes a las variaciones naturales (Alverson, Bradley, & Pedersen, 2001). En el cuarto informe de evaluación del PICC se manifiesta que *“el calentamiento del sistema climático es inequívoco y ahora es evidente, por observaciones en el incremento de la temperatura promedio global del aire y el océano, el derretimiento de la nieve y hielo y el aumento del nivel del mar”* (PICC, 2007, P. 30).

La principal evidencia del cambio climático es el aumento en la temperatura de la atmósfera (ver gráfica 7), durante el periodo 1995-2006, se registraron los 11 años más calientes desde 1850 (SEMARNAT, 2008). ACIA (2004) sugiere que otra evidencia es la disminución en la extensión del hielo (8%) y la capa de nieve (10%-15%), lo que ha contribuido con un aumento en el nivel del mar de 1.8 mm en promedio por año (PICC, 2007) (ver gráfica 8). La CMNUCC³⁰ manifiesta la evidencia de cambio climático a través de la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos: lluvias, tormentas y huracanes más intensos y sequías prolongadas (ver gráfica 9) y cambios en los ecosistemas, específicamente, el cambio en el comportamiento de algunas especies vegetales y animales; establece que los científicos han observado cambios inducidos en al menos 420 procesos físicos y comunidades o especies biológicas. El PICC

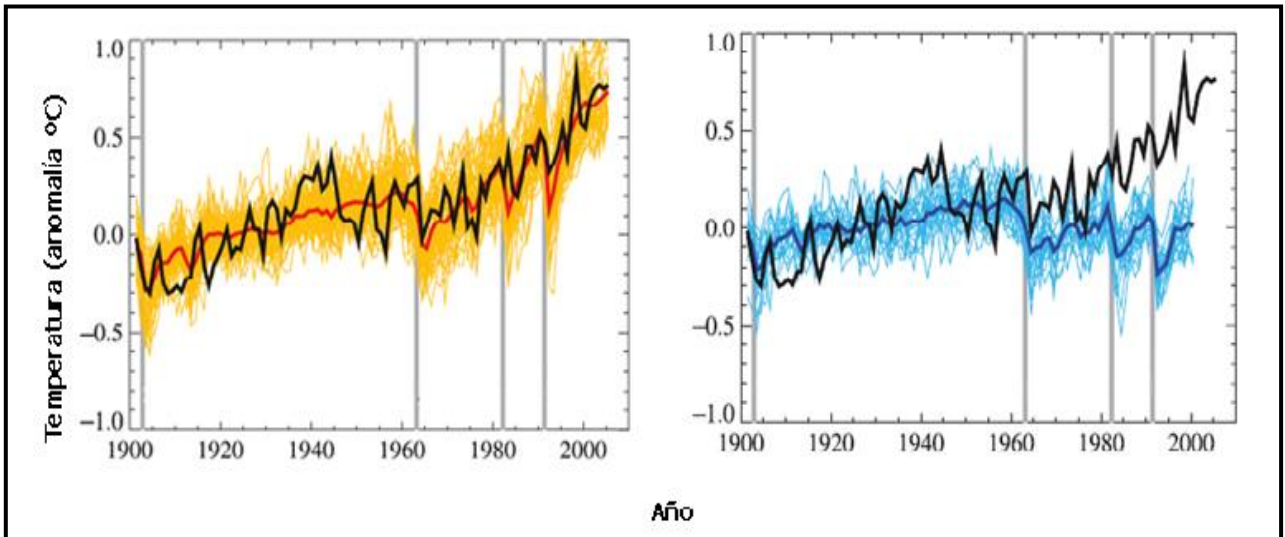
³⁰ http://unfccc.int/porta1_espanol/informacion_basica/antecedentes/items/6170txt.php

también reconoce los efectos actuales del cambio climático en los sistemas naturales, establecen que “observaciones efectuadas en todos los continentes y en la mayoría de los océanos son evidencia que numerosos sistemas naturales están siendo afectados por cambios del clima regional, particularmente por un aumento de la temperatura” (PICC, 2007, P. 2).

La medición de la temperatura durante los últimos mil años está basada en estimaciones sustitutivas³¹ que definieron el margen de las variaciones de la temperatura en el largo plazo. En el siglo XIX se crearon sistemas más confiables de medición de la temperatura; los datos termométricos de los últimos 150 años documentan un aumento de la temperatura mundial de casi 1°C desde el periodo preindustrial; los modelos sobre el cambio climático han estimado el efecto de las emisiones en escenarios diferentes, bajo un escenario de esfuerzos extenuantes de mitigación se tendría un calentamiento de 2°C, cuando se considera un escenario de mitigación menos intensa se daría lugar a un calentamiento de 3°C a 5°C (Banco Mundial, 2010).

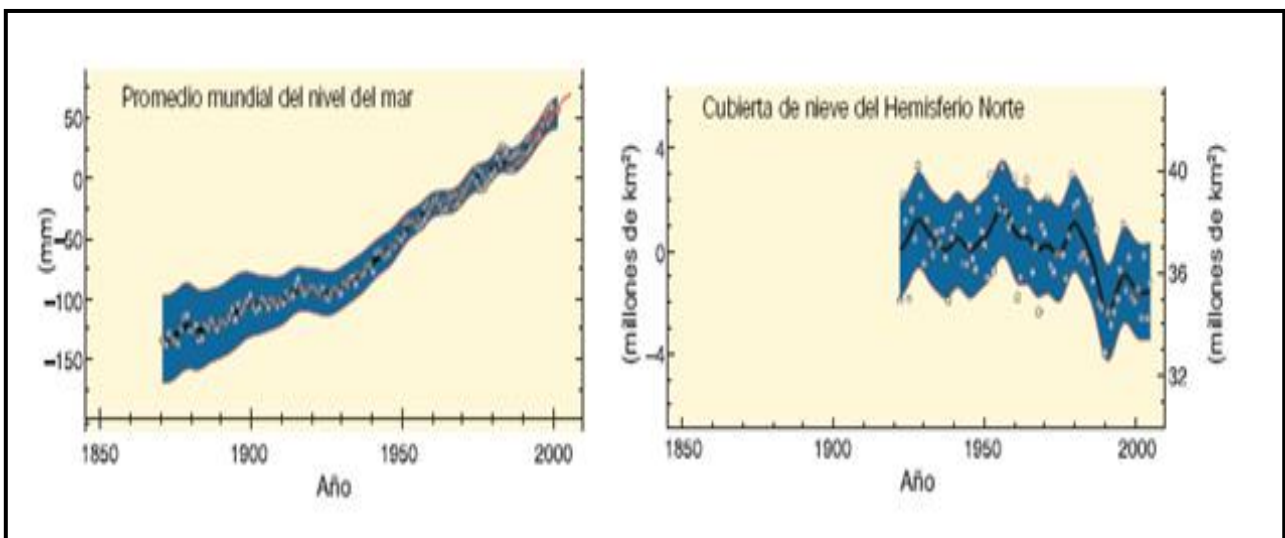
³¹ Análisis de los anillos de los árboles o muestras de testigos del hielo.

Gráfica 7: Comportamiento de la temperatura observada (negro), la simulada por la generación de GEI atropógenos (amarillo) y causas naturales (azul)



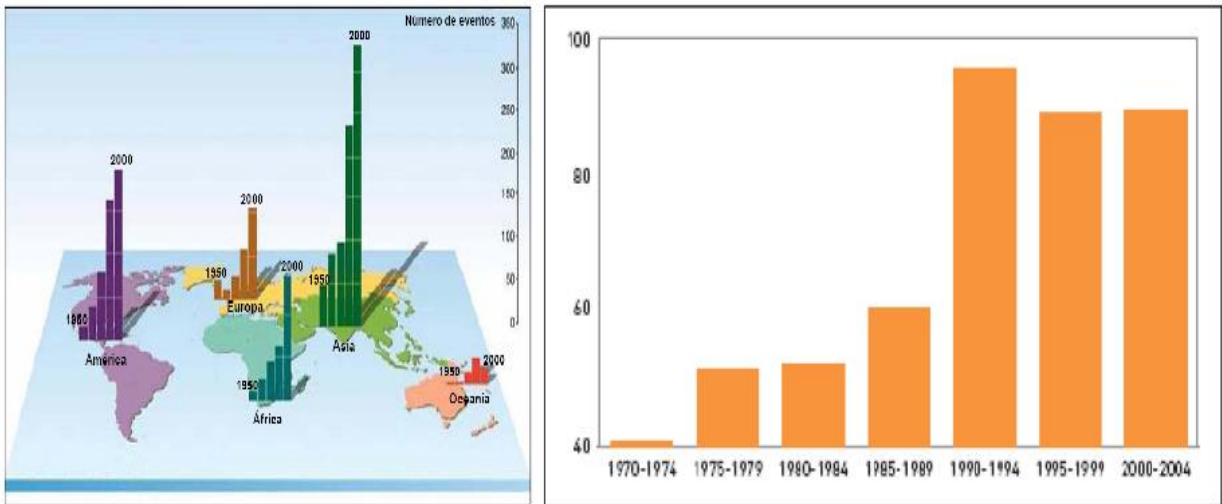
Fuente: Cuarto informe del PICC (2007).

Gráfica 8: Cambios en el nivel del mar y en la cubierta de nieve



Fuente: Cuarto informe del PICC (2007).

Gráfica 9: Intensidad de los fenómenos meteorológicos



a) Inundaciones por década 1950-2000.

b) Huracanes mundiales categorías 4 y 5.

Fuente: Centro Mario Molina para estudios estratégicos sobre energía y medio ambiente.

Magaña (2004) expone que los modelos del clima sugieren que entre mayor sean las concentraciones de GEI mayor será la magnitud de la anomalía climática; las previsiones de los modelos indican que habrá aumentos de temperatura en la atmósfera terrestre y los océanos, durante el siglo XXI la temperatura aumentará entre 2°C y 5°C, en periodos de diez mil años la temperatura típica había sobrepasado esporádicamente un incremento de 1°C ó 2°C; de esta manera, lo grave del cambio climático es la rapidez con la que está sucediendo, la cual no tiene precedentes, una de las consecuencias es el aumento en el nivel del mar que se prevé será de 1 metro este siglo, al evaporarse mayor cantidad de agua se reforzará el efecto invernadero, además de que provocará el incremento de la intensidad y frecuencia de los fenómenos hidrometeorológicos (precipitaciones, ciclones, huracanes), la humedad de la atmósfera aumentará, mientras que la humedad del suelo disminuirá (sequías en latitudes medias,

trópicos y áreas semiáridas), se propicia la erosión de éste y, la disponibilidad y calidad del agua se reducen.

El PICC (2007) expone los posibles impactos regionales del cambio climático:

- Calentamiento máximo sobre tierra firme y en latitudes septentrionales altas y, mínimo sobre el océano austral y partes del Atlántico Norte.
- La contracción de la superficie de las cubiertas de nieve, en la mayor profundidad de deshielo en la mayoría de las regiones de permafrost y, en la menor extensión de los hielos marinos; los hielos marinos de la región ártica desaparecerían casi completamente al final de los veranos en los últimos años del siglo XXI.
- Aumentará la frecuencia de los valores extremos cálidos, de las olas de calor y de las precipitaciones intensas.
- Aumentará la intensidad de los ciclones tropicales; menor confianza en que disminuya el número de ciclones tropicales en términos mundiales.
- Desplazamiento hacia los polos de las trayectorias de las tempestades extra-tropicales, con los consiguientes cambios de las pautas de viento, precipitación y temperatura.
- Aumentarán las precipitaciones en latitudes altas y, disminuirán en la mayoría de las regiones terrestres subtropicales.

1.2 Escépticos del cambio climático

En virtud de que no hay total certeza de la participación antropógena en el cambio climático y que, además, se han adherido intereses económicos y políticos al fenómeno ambiental, este tema ha sido refutado por algunos académicos, quienes externalizan sus argumentos en un documental llamado “El gran fraude del calentamiento global” (Durkin, 2007). Carlos Duarte³² expone que las apreciaciones de los escépticos son enriquecedoras cuando se formulan dentro de las reglas del debate científico: “la crítica tiene un papel importante en el progreso de la ciencia y hay que asumir que ninguna teoría sobrevivirá al paso del tiempo; el problema llega cuando la crítica se genera a partir de paranoias o conspiraciones políticas” (Citado por Ansedo, 2008, P. 2). Los fundamentos que hacen los escépticos o antagonistas del cambio climático para invalidarlo se orientan desde distintas perspectivas, mismas que se organizaron de la siguiente forma: científicas, políticas y económicas³³, se exponen a continuación.

1.2.1 Fundamentos científicos del escepticismo

Los científicos escépticos del cambio climático explican que es posible invalidar esta teoría por varias razones. Primero, argumentan que el cambio climático siempre ha existido y que es debido a factores naturales (no tiene nada que ver con las emisiones de CO₂); segundo, manifiestan que los impactos del calentamiento son producto de la propaganda y que las

³² Oceanógrafo del Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados.

³³ En su mayor parte, información extraída del documental “The Great Global Warming Swindle” (El gran fraude del calentamiento global, Durkin 2007).

predicciones de los modelos de medición de temperatura pueden ser fácilmente desechadas; tercero, el escepticismo científico ha desacreditado los informes del PICC.

Los científicos escépticos del cambio climático consideran que las variaciones en la temperatura del planeta siempre han existido, sostienen que durante 3 milenios en la edad de piedra hubo una época de calor prolongada conocida como haloceno máximo, tiempo después, en el siglo XIV un periodo de calor prolongado se volvió a suscitar, los climatólogos lo llaman periodo cálido medieval. Campos (2008) expone que el mísero aumento de temperatura en los últimos años se debe a que nos acercamos a un "bajón" solar³⁴, llamado "mínimo de Gleissberg", previo a las glaciaciones³⁵ existen anomalías en el clima, inundaciones, incluso pequeñas olas de calor y de frío. De esta forma atribuye el cambio en la temperatura a esa fase previa de la glaciación; menciona que en el siglo XVI hubo una miniglaciación que duró varios siglos, la cual es conocida como Pequeña Era Glacial, asegura que este calentamiento es perfectamente, natural, cíclico y sobre todo inofensivo.

Además de considerar que siempre han existido los aumentos en la temperatura, de hecho en general la variabilidad climática, los científicos han expuesto que dichas variaciones son producidas naturalmente por diversos factores y que no existe ninguna relación con el aumento de las temperaturas de las últimas décadas y el incremento de las emisiones de CO₂ antropogénicas (Timothy Ball, Universidad de Winnipeg). William Kininmonth (Comisión de Climatología de la Organización Meteorológica Mundial) indica "se ha producido un cambio

³⁴ Año 2030.

³⁵ Periodo en el que baja la temperatura del planeta expandiéndose el hielo continental de los casquetes polares y los glaciares.

climático real durante los siglos XIX y XX, que puede atribuirse a los fenómenos naturales. John Christy (Universidad de Alabama) invalidó el consenso científico sobre el cambio climático, argumentando que el ser humano no está influyendo en el aumento de la temperatura terrestre. Khabibullo Abdusamatov (Academia de las Ciencias de Rusia) expone que "el calentamiento global no resulta de la emisión de gases de invernadero a la atmósfera, sino de un inusualmente alto nivel de radiación solar". Por su parte, Nir Shaviv (Universidad de Jerusalén) indica que hubo periodos en la historia de la tierra en que teníamos tres y diez veces más CO₂ de los que tenemos hoy y esto no se aprecia en las reconstrucciones climáticas. Ian Clark (Universidad de Ottawa) refuerza lo dicho por Ball, Christy, Abdusamatov y Shaviv, declarando que "si observamos el clima desde un punto de vista geológico nunca pensaríamos que el CO₂ es uno de sus determinantes. No se puede decir que el CO₂ determina el clima, en el pasado nunca lo ha hecho", en este sentido, Piers Corbyn (meteorólogo climático) comenta que ninguno de los cambios climáticos de los últimos 1000 años puede explicarse en relación con el CO₂. David Douglass (Universidad de Rochester) concluye que "el patrón observado de calentamiento, no muestra la huella característica asociada con el calentamiento de efecto invernadero. La contribución humana no es significativa y aumentos observados en el CO₂ y otros gases de invernadero representan sólo una contribución insignificante al calentamiento climático" (Durkin, 2007).

Los científicos han profundizado sus teorías escépticas tratando de cuestionar u objetar todos los elementos teóricos del cambio climático. También han presentado sus argumentos acerca de la importancia mínima del CO₂ en la atmósfera. Ball expone que el porcentaje de CO₂ en la

atmósfera de la tierra es sólo del 0.054%, fracción increíblemente pequeña y que además, hay que extraer sólo la parte que el ser humano está aportando que es aún más pequeña; resultando insignificante las emisiones de la acción humana (Durkin, 2007).

El análisis no se restringe en minimizar la importancia del CO₂ en la atmósfera, también se exhibe una relación retardada entre el aumento de la temperatura y las emisiones de CO₂, lo que les permite sugerir que son los cambios de temperatura los que determinan los niveles de CO₂. En este sentido, Patrick Michaels (Universidad de Virginia) menciona que cualquiera que diga que el CO₂ es el principal responsable del calentamiento del siglo XX, no ha visto ni los datos más básicos. Syun-Ichi Akasofu (Centro Internacional de Investigaciones Árticas) enfatiza que el CO₂ empezó a crecer exponencialmente a partir de 1940 justo cuando las temperaturas empezaron a disminuir hasta 1975, establece “si el CO₂ aumenta y la temperatura baja, no se puede decir que están relacionados”. Mediante las muestras de núcleos de hielo del ártico Clark encontró una relación retardada de aproximadamente 800 años entre la temperatura de la tierra y los niveles de CO₂ en la atmósfera; así que la temperatura determina el CO₂ de los 800 años posteriores. Frederick Singer (ex director nacional de meteorología de EUA) aprueba que el calentamiento es el que provoca los niveles de CO₂. Ball enfatiza que dado que los hechos no corresponden con la teoría, ésta puede ser descartada (Durkin, 2007).

Otro punto que contradicen los científicos escépticos, es el relacionado a la evidencia de la temperatura de la superficie y de la atmósfera. Richard Lindzen (Instituto Tecnológico de Massachusetts) explica que los gases invernadero retienen el calor en la troposfera, por tanto, si

se tratara de un calentamiento invernadero haría más calor a mitad de la tropósfera, a unos 10 o 12 kilómetros de la atmósfera que en la superficie. Christy amplía que si la superficie se calienta, la temperatura de la atmósfera debería calentarse más de prisa, pero la evidencia sugiere que el aumento de la temperatura en esa zona no es muy significativo. Michaels expone que los datos muestran que ese efecto no es así, de hecho las temperaturas en la superficie son ligeramente más altas que en la atmósfera. Singer refuta la hipótesis del calentamiento global causado por el hombre debido a que no tiene validez conforme las pruebas (Durkin, 2007).

Los impactos del cambio climático también son criticados por los escépticos, exponen que solo es propaganda para infundir pánico. Lindzen establece que la principal fuente de alteraciones en el clima es la diferencia entre la temperatura de los trópicos y el polo, en un mundo más cálido esa diferencia se reduciría y por tanto se tendría menos tormentas y menos variabilidad climática. Christy expone que hace mil años hizo más calor en Groenlandia de lo que hace ahora y eso no provocó un deshielo masivo. Philip Stott argumenta que hace siete u ocho mil años el permafrost se derritió mucho más rápido de lo que se derrite hoy en día y eso no provocó que el mundo se detuviera. Syun-Ichi Akasofu menciona que las expansiones y contracciones de las placas de hielo ocurren todo el tiempo de forma natural y normal. Los cambios en el nivel del mar son descartados por el derretimiento de los polos; Stott expone que los cambios en el nivel del mar se rigen por dos factores los factores locales, situación de la tierra respecto al mar y, los factores eustáticos que se deben a las expansiones termales de los océanos. Y con respecto a la transmisión de enfermedades de los mosquitos tropicales, Reiter argumenta que los mosquitos que transmiten la malaria no son una especie tropical, no solo viven en las regiones templadas,

menciona que de hecho son abundantes en el ártico y, que la epidemia más devastadora de la malaria fue en la Unión Soviética en los años veinte (Durkin, 2007).

Los modelos para predecir la temperatura también han sido desacreditados; Spencer, Ball y Clarck establecen que cuando una de las predicciones de los modelos climáticos no se cumple, se descarta el modelo por completo. Cuando no se comprende todo el sistema climático y sus componentes y, se supone que solamente las emisiones de CO₂ determinan la temperatura del planeta, más que el sol o las nubes, los modelos pierden validez (Durkin, 2007).

Por último dentro de este fundamento científico se expone la invalidación de los informes del PICC, Reiter menciona que los informes del PICC contienen información errónea y que no consideran las aportaciones científicas de otros investigadores especialistas de este campo. En una carta al “The wall street journal” fechada el 12 de junio de 1996, Frederick Seitz declara que el informe del PICC no es la versión aprobada por los científicos, el informe había censurado conclusiones como “ninguno de los estudios realizados muestran evidencia clara de que se pueda atribuir los cambios climáticos observados al incremento de los gases de efecto invernadero” y “ningún estudio hasta la fecha atribuye totalmente o en parte los cambios climáticos a las acciones del ser humano”. Reiter solicitó su exclusión de su nombre como uno de los autores del PICC, después de una amenaza legal, su petición fue concedida, argumenta que muchos de los 2500 colaboradores del PICC no están de acuerdo con las conclusiones del Panel (Durkin, 2007).

1.2.2 Fundamentos políticos del escepticismo

El argumento político contra el cambio climático establece que el motor de la investigación científica sobre el cambio climático tomó fuerza durante la administración pública de Margaret Thatcher con la intención del desarrollo de la energía nuclear, al enfatizar que esta energía no emite CO₂; se expone que se invertirían grandes cantidades de dinero destinadas a subsidiar las investigaciones a quienes demostraran la teoría del cambio climático y; que por petición de la Sra. Thatcher en 1988, el Instituto británico de Meteorología creó una unidad especial para los modelos climáticos que se consideran como antecedente del PICC. Proponen que la derecha de Margaret Tacher y la extrema izquierda anticapitalista y ecologista fue la que dio origen a este movimiento de cambio climático a partir de una idea disparatada del científico sueco de Bert Bolin quien discretamente había sugerido que un aumento en las emisiones de CO₂ incrementaría las temperaturas de la superficie terrestre (Durkin, 2007).

Stott indica que el PICC como cualquier organismo de la ONU es político, sus conclusiones finales están determinadas por la política. Lindzen argumenta que para llegar a los 2500 miembros en el PICC, han tenido que integrar críticos y gente del gobierno, cualquiera que tenga relación con el tema. Reiter añade que muchos de los científicos no están de acuerdo con las teorías y las conclusiones del cambio climático. Patrick Moore (co-fundador de Greenpeace) concluye que la teoría sobre el clima se ha convertido en una ideología política, el cambio climático es un movimiento político activista que ha influido en todo el mundo (Durkin, 2007).

1.2.3 Fundamentos económicos de los escépticos

El escepticismo también tiene un enfoque económico, primero, se argumenta que jamás un incremento de la temperatura promedio del planeta de 0.6 °C habrían sido tan lucrativo; se expone que el trasfondo de la campaña alarmista de cambio climático está en la estrategia de mercadotecnia de un mercado ecológico muy rentable. Explican que, el movimiento político detrás del cambio climático generó más subsidios del gobierno a la investigación y desarrollo de este tema, esto dio lugar a muchos nuevos puestos de trabajo y atrajo a investigadores que de no ser por el atractivo económico nunca hubiesen trabajado en ese campo (Lindzen). Roy Spencer (Equipos de Satélites Meteorológicos de la NASA) indica que los climatólogos necesitan que haya un problema catastrófico para conseguir subsidios. Christy menciona que existe interés en crear un pánico porque así se consigue que se destinen recursos para la ciencia del clima (Durkin, 2007).

De la información contenida en este capítulo es posible aseverar que existe una aprobación gradual en la colectividad científica de que el cambio climático es una amenaza existente y vigente; no obstante, aún hay una gran inseguridad sobre la celeridad, extensión e incluso sobre la dirección de las alteraciones climáticas en ciernes, ya que hay evidencias de que sus marcas físicas y económicas en el mundo, se hallan distribuidas desigualmente. En este sentido, la postura de esta investigación sobre el cambio climático es contribuir al discernimiento, de tal manera que las aportaciones aquí expuestas solo pretenden estimular el juicio teórico, que se relaciona con el cambio climático, que se ve documentado desde 1827 y que; en las últimas

décadas, está bastante fortalecido por el respaldo miles de científicos e iniciativas de carácter internacional. Sin embargo, se respetan las opiniones que objetan la explicación teórica del cambio climático actualmente, debido a que se reconocen en ellas el carácter de racionalidad y la capacidad de criticar el conocimiento científico. No obstante, la mayoría de los escépticos no niegan la existencia de un cambio climático antropogénico, sin embargo, aseveran que el nerviosismo científico y la vinculación a ciertas vertientes políticas, desfavorece la correcta toma de decisiones. Por otra parte hay quienes sostienen tajantemente que el cambio climático no coexiste y los que afirman que sí, no pueden demostrar fehacientemente que su origen sea antropogénico. Existe la convicción de la urgencia de enfrentar el cambio climático y el convencimiento está sustentado en la imperante necesidad de atenuar el pago de la factura al medio ambiente de los daños que hemos causado por considerarnos superiores al contexto de la trama que regula y codifica el planeta. Así pues, se favorece el argumento de que el problema del cambio climático, es una valiosa oportunidad de tener una transformación económica, social y ambiental, necesaria para el desarrollo integral de nuestra sociedad y; así detener el menoscabo ambiental, buscar una generalización de esta conciencia ambiental que deberá promover un cambio social y, que deberá dar paso a la solución a la crisis ambiental actual.

2 GESTIÓN AMBIENTAL Y MARCO JURÍDICO

La preocupación social e institucional por los problemas ambientales ha aumentado desde los años 60. Los problemas de contaminación, sus implicaciones en la salud humana, la extinción de especies de plantas y animales y, la degradación del medio ambiente han puesto al desnudo las estrechas y complicadas relaciones entre el ser humano y la naturaleza. Motivadas y obligadas por el deterioro ambiental y las afectaciones en la salud de las personas, las instituciones trataron de enfrentar y dar respuesta a dichos problemas, sin embargo, su principal dificultad fue comprender totalmente el medio ambiente, esta falta de comprensión también afecta a la gestión ambiental del cambio climático, la cual debe superar: la dificultad de validar la propuesta teórica que explica el aumento precipitado de la temperatura promedio en el planeta por causas humanas, la complejidad en la estimación de las consecuencias del cambio climático y la falta de recursos económicos para poner en práctica una política ambiental eficaz que permita hacer frente a este problema de alcance mundial (Magaña, 2004).

La gestión ambiental surgió al generalizarse la convicción de proteger, conservar y mejorar el medio ambiente; es el resultado de una preocupación global por los problemas ambientales, así pues, para resolver una cuestión natural es necesario el actuar social, paradójicamente Lezama (2001) señala que existe un descuido hacia lo ambiental por parte de la sociología. Las principales corrientes de la teoría sociológica, el materialismo histórico marxista y el funcionalismo durkheimiano reducen la interacción entre la naturaleza y sociedad a una cuestión de apropiación utilitaria de los recursos naturales, que culmina con el triunfo de los

humanos sobre ella. La sociología expone que lo que la naturaleza es, depende en parte, de cómo es intervenida y percibida por los seres humanos (Lezama, 2005), afirma que la forma en la que la gente se preocupa por la naturaleza, la manera en la que la valoran, la destrucción del mundo natural y aun lo que considera correcto o incorrecto, depende del conjunto particular de símbolos que predominan en cierto periodo de la historia y en sociedades concretas (Lezama, 2001). Independientemente del egocentrismo humano de estas aportaciones, lo que es importante resaltar es que nos corresponde a los seres humanos emprender acciones de regeneración del deterioro ambiental; de manera conjunta sociedad y gobierno hemos iniciado el camino hacia la valoración del medio ambiente, la conciencia social ha ido acrecentándose, lo cual puede notarse por el número de organizaciones no gubernamentales dedicadas al tema y los resultados de algunas encuestas de opinión; es indispensable entender que, para garantizar que surja la primera generación con pleno conocimiento y conciencia de la importancia de pagar los pasivos medioambientales por recurrir durante muchas décadas a las modalidades depredadoras del crecimiento economicista, es necesario que el gobierno otorgue a la población las condiciones de equidad fundamentadas en los elementos del desarrollo humano incluyentes contemplados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

La política pública es entendida como, las acciones realizadas por la autoridad y que favorecen o impiden procesos económicos y sociales, se justifica, porque cuida el orden público, la salud, el medio ambiente, los recursos naturales y la economía a nombre de la comunidad; la implementación de una política pública en materia de cambio climático implica la realización de estrategias para mitigar las emisiones de CO₂ y adaptarse a los desastres naturales producidos

por fenómenos climáticos. Adicionalmente esta política pública influiría en el aprendizaje colectivo al aumentar las capacidades de la sociedad y el gobierno para trabajar conjuntamente en la solución del problema (Vásquez, S/F). Así pues, se requiere que la gestión ambiental sea integral y apropiada, se debe gestionar en aspectos legales, institucionales, económicos, culturales y de organizaciones sociales; su alcance debe contemplar la construcción de un ordenamiento legal, el fortalecimiento institucional, la asignación de recursos económicos y humanos para el resguardo o mejoramiento del medio ambiente y los avances en la valoración de los recursos naturales. Para llevar a cabo una gestión apropiada se debe considerar la compleja interacción de los ecosistemas y las actividades humanas; es necesario examinar cómo las personas, tanto de forma individual o colectiva ó a través de instituciones públicas o privadas, modificamos el medio ambiente al transformar el paisaje; extraer los recursos y materias primas y; al incorporar los residuos a la atmósfera, los suelos o los cuerpos de agua.

Si las políticas ambientales son el resultado de la preocupación de la sociedad por la naturaleza, se requiere que las preocupaciones medioambientales sufran “una revolución copérmica en la percepción que tenemos de la naturaleza, es necesario propagar la conciencia sobre la inconsciencia; debemos llegar a un estado de metanoia de la humanidad, para restablecer, la unión del hombre con lo humano y con el entorno; tenemos que volver humildemente nuestros rostros, en un ánimo de arrepentimiento y reconciliación, hacia la naturaleza. Los patrones de valores humanistas deben ser modificados por otros que atribuyan cualidades morales a la vida vegetal y animal y que permitan incluirlos en el contexto legal. Es necesario terminar con el paradigma de que la naturaleza es un almacén de recursos. La revolución ambiental tiene el

propósito de renovar la nuestra relación ético-jurídica con la naturaleza, para la creación de leyes y decretos que planteen una propuesta que obligue a distribuir derechos legales y que enaltezca el carácter sagrado de la vida universal representada por la biósfera; promueve los derechos y protección de los seres vivos, sea flora, fauna o el propio ser humano y anuncia su crítica radical al desarrollo económico y a la suficiencia de la tecnología para modificar la naturaleza” (Cantú, 2000).

2.1 Gestión ambiental y marco jurídico internacional

2.1.1 Antecedentes de la gestión ambiental internacional

La valoración de la naturaleza inició cuando se percibieron afectaciones a la salud generadas por el deterioro ambiental, de la preocupación por el deterioro ambiental emanó “La Declaración de Estocolmo” considerada como la primera ley internacional en materia ambiental, esta declaración fue redactada por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente en 1972, en este documento se exhorta a los países a seguir recomendaciones y principios con el objetivo principal de conservar y mejorar el ambiente; en ella también se definen acciones comunes que sirven como marco de referencia a fin de lograr un desarrollo económico y social que proteja el medio ambiente; sus postulados promueven: el uso de las capacidades del hombre para mejorar el medio ambiente, utilizar y transformar los recursos naturales

prudentemente y, aceptar la responsabilidad de hacer uso de esos recursos y sus consecuencias (Naciones Unidas, 1972).

No obstante, Camarasa y Moreno (1994) exponen que en 1958 surgieron las primeras preocupaciones por el problema del cambio climático y sus consecuencias, a partir de esta fecha dieron lugar las primeras conferencias y se empezaron a promover programas de reducción de emisiones. Otros antecedentes de la gestión internacional sobre el cambio climático se describen a continuación: la declaración de principios del Comité de Ministros del Consejo de Europa (8 de marzo de 1968); la recomendación de la OCDE (14 de diciembre de 1974); las directivas de la calidad del aire 80/779 y 84/360; la Convención de Viena para la Protección de la Capa de Ozono (1985); los documentos “El problema de efecto invernadero y la comunidad” y la Resolución 189/C emitidos por la Unión Europea (finales de los 80’s); las disposiciones de la resolución 44/228 de la Asamblea General, relativa a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (22 de diciembre de 1989); las resoluciones 43/53 (6 de diciembre de 1988), 44/207 (22 de diciembre de 1989), 45/212 (21 de diciembre de 1990) y, 46/169 (19 de diciembre de 1991), relativas a la protección del clima mundial para las generaciones presentes y futuras; las disposiciones de la resolución 44/206 de la Asamblea General relativa a los posibles efectos adversos del ascenso del nivel del mar sobre las islas y las zonas costeras, especialmente las zonas costeras bajas (22 de diciembre de 1989); las disposiciones pertinentes de la resolución 44/172 de la Asamblea General, relativa a la ejecución del Plan de Acción para combatir la desertificación (19 de diciembre de 1989) y; la Declaración Ministerial de la Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima (Marín, 2001).

Durante las décadas de 1980 y 1990 la preocupación medioambiental pública generalizada, el desarrollo de conocimientos científicos acerca del cambio climático y la necesidad de implementar medidas de solución al problema, hicieron posible la convergencia en busca de la solución compartida al cambio climático de entidades gubernamentales, de la comunidad científica y de organizaciones que promovían la protección y mejora del medio ambiente.

El marco de referencia de la gestión ambiental en términos de la contaminación atmosférica, es el protocolo de Montreal de 1987 (Naciones Unidas, 2000) y, de la gestión en aspectos de la climatología es la Convención Marco de las Naciones Unidas de 1992, en la cual representantes de 155 naciones reconocen el cambio climático como amenaza real y los países industrializados asumen el compromiso de estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático (Naciones Unidas, 1992).

El tránsito del interés científico al social, pasando por el gubernamental, fue posible gracias al consenso de los expertos del cambio climático, el eco social del cambio climático fue promovido por el PNUMA y se ha pasado en pocos años de ser un tema académico y controvertido a uno de los primeros desafíos del mundo contemporáneo (Linés, 1990). La creciente sensibilidad medio-ambiental de la sociedad se plasma en la creación de organizaciones políticas nacionales e internacionales cuyos programas abanderan, al menos nominalmente, la preservación del medioambiente (Camarasa y Moreno, 1994).

2.1.2 La convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático

En la Asamblea General de las Naciones Unidas de 1988 se manifestó la necesidad de que el derecho internacional abordara el problema del cambio climático, la Asamblea General de 1990 creó el Comité Intergubernamental de Negociación de un Convenio General sobre el Cambio Climático, después de muchas negociaciones en 1992 se redactó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), esta iniciativa se promovió durante la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro de 1992; fue realizada en Nueva York el 9 de mayo de 1992 y entró en vigor de forma generalizada el 21 de marzo de 1994, el texto es considerado como el fundamento de la regulación jurídica internacional sobre cambio climático (Naciones Unidas, 1992).

Del documento emanado de la Convención, en los siguientes párrafos se expone la información relativa a la cobertura temática de la investigación.

De acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el cambio climático es “el 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 periodos de tiempo comparables” (Naciones Unidas, 1992, P.3). Investigaciones recientes muestran cómo desde mediados del siglo XX ha existido un aumento gradual en la temperatura del planeta, el Panel Intergubernamental sobre Cambio

Climático (PICC, 1990) indica que es muy probable que el aumento de las temperaturas observado sea debido a las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) antropogénicas.

El documento de la CMNUCC sugiere un compromiso de los países desarrollados al tomar la iniciativa para modificar las tendencias del crecimiento de las emisiones; se propuso adoptar políticas nacionales y tomar las medidas correspondientes de mitigación del cambio climático y, proteger y mejorar sus sumideros y depósitos de gases de efecto invernadero; se establece como objetivo la necesidad de llevar a cabo acciones y políticas que estabilicen en un plazo suficiente, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) antropogénicas a los niveles de 1990, debido a las alteraciones causadas en el sistema climático y sus consecuencias negativas en los ecosistemas naturales (Naciones Unidas, 1992).

En el artículo 3, el documento de la CMNUCC establece los principios informadores que señalan ideas de protección y preservación del ambiente. Se promueve la protección del sistema climático sobre una base de equidad y de responsabilidad común pero diferenciada, de las generaciones presentes y futuras; las políticas o acciones de mitigación y/o adaptación deben ser apropiadas a las condiciones singulares de las Partes y estar integradas en los planes de desarrollo. Los compromisos establecidos, aunque hacen responsables a todas “las Partes”, están diferenciados en función de las prioridades de desarrollo, objetivos y circunstancias de cada nación; se declara el compromiso de cooperación para promocionar un sistema económico

internacional que favorezca el desarrollo sustentable, sin que exista discriminación para los países en vías de desarrollo (Naciones Unidas, 1992).

En la CMNUCC se acordó: la elaboración y publicación de un inventario nacional de GEI antropogénicos por fuente y de absorción de los sumideros; la formulación y ejecución de planes nacionales dirigidos a la mitigación del cambio climático; impulsar el desarrollo y aplicación de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan la emisión de GEI; promover la gestión de sumideros y depósitos de GEI; desarrollar planes de adaptación a los impactos del cambio climático; realizar políticas públicas considerando cuestiones económicas, sociales y ambientales relativas al cambio climático; motivar la investigación científica, tecnológica, técnica, socioeconómica, entre otras, para facilitar la comprensión plena de las causas y consecuencias del cambio climático; educar, capacitar y sensibilizar al público respecto a este problema ambiental (Naciones Unidas, 1992).

En lo concerniente a la estructura orgánica, la Convención está integrada por dos cuerpos principales: la Conferencia de las Partes (COP) y los Órganos Subsidiarios; la COP es el órgano supremo de la Convención, es la máxima autoridad para la toma de decisiones encaminadas a alcanzar el objetivo de la Convención, examina regularmente la aplicación de la Convención y de todo instrumento jurídico conexo adoptado, está integrada como una asociación de todos los países miembros de la Convención. Adicionalmente existen dos Órganos Subsidiarios que asesoran a la COP, éstos son, el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (OSACT), el cual está abierto a la participación de todas las Partes, es multidisciplinario, lo

integran representantes de los gobiernos con competencia en la esfera de especialización pertinente y es el encargado de proporcionar a la COP y a sus demás órganos subsidiarios, información y asesoramiento oportunos sobre los aspectos científicos y tecnológicos relacionados con la Convención y; el órgano Subsidiario de Ejecución (OSE), el cual está abierto a la participación de todas “las Partes”, lo integran representantes gubernamentales que sean expertos en cuestiones relacionadas con el cambio climático y es el encargado de ayudar a la COP en la evaluación y el examen del cumplimiento efectivo de la Convención (Naciones Unidas, 1992).

La Conferencia de las Partes analiza periódicamente el protocolo a la luz de estudios científicos más exactos sobre el cambio climático, sus repercusiones y la información técnica, social y económica pertinente. En el cuadro 1 se presenta información de las conclusiones más importantes en cada una de las COP realizadas publicada por la CMNUCC, así como información emanada de una organización gubernamental española (la Oficina Catalana del Cambio Climático) que se encarga de dar seguimiento puntual a estas conferencias y que a través de sus publicaciones virtuales, nos ayuda a equilibrar la posible parcialidad de la información publicada por las Naciones Unidas.

Cuadro 1: Evolución del proceso de negociación: las conferencias de las Partes

Lugar y fecha	Acuerdos o acciones relevantes
COP 1: Berlín, Alemania. Marzo, 1995.	Se hizo evidente que la mayoría de países industrializados no habían adoptado las medidas adecuadas para alcanzar los objetivos de la CMNUCC (1992). Se adoptó el Mandato de Berlín, en el que se exige a las Partes que inicien negociaciones para reducir las emisiones más allá del 2000 mediante objetivos cuantitativos y plazos concretos, se puso en marcha un proceso de negociación para la reducción de GEI. Se concluyó que los acuerdos alcanzados en la CMNUCC eran débiles,

Lugar y fecha	Acuerdos o acciones relevantes
	debido a que no existían compromisos completos de reducción de emisiones y se establece la urgencia de materializar estos compromisos.
COP 2: Ginebra, Suiza. Julio, 1996.	Se fomentó el uso y transferencia de tecnología ecológicamente racional. Pese a la alerta del PICC de la urgente necesidad de un programa de acción de limitación y reducción de emisiones y, adaptación al cambio climático, las Partes no lograron establecer compromisos de reducción de GEI. Se presentaron los primeros inventarios de GEI.
COP 3: Kyoto, Japón. Diciembre, 1997.	Las Partes acordaron en el Protocolo de Kyoto el compromiso de reducir en no menos del 5% las emisiones de los 6 principales GEI, considerando el año base de 1990; por primera vez, los países industrializados aprobaron objetivos cuantitativos de reducción de emisiones jurídicamente vinculantes. Esta conferencia promovió globalmente la preocupación sobre el cambio climático. Para la entrada en vigor del Protocolo de Kyoto era necesaria la ratificación de por lo menos 55 Partes de la Convención, que representan en total el 55% del conjunto de las emisiones de CO ₂ de 1990.
COP 4: Buenos Aires, Argentina. Noviembre, 1998	Ratificación del Protocolo por 60 países, se culminó con la adopción de un plan de acción que establecía plazos para la finalización de acuerdos sobre los mecanismos propuestos en Kyoto y las políticas a adoptar. Se reconoció la vulnerabilidad de los países en desarrollo.
COP 5: Bonn, Alemania. Noviembre, 1999.	Se acordaron una serie de normas de cumplimiento para que fuesen adoptadas en 2001, dichas normas establecen penas en caso de no dar cumplimiento a los acuerdos del Protocolo. Se estableció un cronograma para completar el protocolo de Kyoto y un acuerdo para mejorar los informes nacionales.
COP 6: La Haya, Holanda. Noviembre, 2000.	Se establece un acuerdo sobre normas operativas y se trabajó sobre el apoyo financiero y la transferencia tecnológica. Asuntos burocráticos bloquearon las decisiones relativas a la reducción de emisiones. Por otra parte, se excluye la energía nuclear del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).
COP 7: Marrakech, Marruecos. Noviembre, 2001.	Se intentó consolidar la penalización al incumplimiento del Protocolo. No obstante, Australia, Canadá, Rusia y Japón rechazan aceptar la aplicación de reglas penalizadoras. Se pactaron los criterios para la elaboración del inventario de cada país según los cuales se pueden descontar emisiones en función del CO ₂ que cada país neutralice. Se establece la reglamentación para MDL y se crea la Junta Ejecutiva MDL.
COP 8: Nueva Delhi, India. Noviembre, 2002.	Se debilitaron los esfuerzos y alcances del protocolo de Kyoto debido a las quejas recibidas durante esta conferencia respecto a los costos en la reducción de emisiones. Se promovió el cumplimiento de los compromisos bajo el argumento de responsabilidades comunes pero diferenciadas. Se reafirma que el desarrollo sustentable y la erradicación de la pobreza son temas prioritarios para los países en desarrollo y, que deben compatibilizarse con los compromisos que recoge la Convención.
COP 9: Milán, Italia. Diciembre, 2003.	Se acordó un incremento de 6% en el presupuesto, una guía para proyectos de forestación y un Fondo para el Cambio Climático destinados para el financiamiento de actividades en países en desarrollo. Se avanzó en aspectos técnicos, como por ejemplo el desarrollo de modalidades y procedimientos para la inclusión de la forestación y reforestación en los MDL (mecanismos de desarrollo limpio). Se propuso realizar un inventario de tecnologías existentes. Por

Lugar y fecha	Acuerdos o acciones relevantes
	otra parte, se mostró una falta de consenso internacional por la entrada en vigor del Protocolo de Kyoto y la decepción de que Rusia no se decidía a ratificarlo.
COP 10: Buenos Aires, Argentina. Diciembre, 2004.	Marcó el 10 aniversario de la entrada en vigor de la CMNUCC. Se aprobó un paquete de medidas centradas por un lado, en la adaptación al cambio climático, entre ellas destacan, las mayores evaluaciones científicas y el apoyo a los planes nacionales de adaptación en países en desarrollo y; por otro lado, medidas de atenuación, como el progreso realizado en proyectos “limpios” en países en desarrollo. Esta conferencia renueva la esperanza ya que Rusia ratificó el Protocolo de Kyoto.
COP 11: Montreal, Canadá. Noviembre, 2005.	Representantes de 180 países pusieron en acción el Protocolo de Kyoto y comenzaron un nuevo debate internacional sobre los compromisos futuros después del 2012. Las Partes del Protocolo de Kyoto adoptaron las decisiones de los “Acuerdos de Marrakech”, en estos acuerdos se aclaran las reglas para su implementación, consisten en un paquete de decisiones sobre los mecanismos flexibles, el uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura y el apoyo a los países en desarrollo con la creación de capacidades, la transferencia de tecnologías, la respuesta a los efectos adversos del cambio climático y el establecimiento de fondos especiales de ayuda en aspectos relacionados con el cambio climático. Se declararon iniciadas las rondas de negociaciones por las metas para el segundo periodo de compromiso (2013-2017).
COP 12: Nairobi, Kenia. Noviembre, 2006.	Se adoptaron nuevas decisiones e iniciativas para prestar apoyo a países en proceso de desarrollo, que son los más vulnerables al cambio climático. Estas decisiones e iniciativas tienen por objeto ayudar a estos países a adaptarse al cambio climático, reduciendo sus impactos adversos y, fomentando la realización de más proyectos de tecnología limpia en África y otras regiones pobres. La conferencia dio un impulso añadido a las discusiones sobre la acción global futura para combatir el cambio climático. Las Partes del Protocolo de Kyoto se pusieron de acuerdo con un plan de trabajo completo para las negociaciones sobre los compromisos de las distintas Partes más allá del 2012.
COP 13: Bali, Indonesia. Diciembre, 2007.	El acuerdo principal alcanzado en esta sesión fue la aprobación de la Hoja de Ruta de Bali, que es una propuesta de objetivos específicos de reducción para los países desarrollados y de compromisos de reducción para países en desarrollo, se estableció la necesidad de llevar a cabo debates y acuerdos hasta 2009 (COP 15) para fijar nuevos objetivos que se aplicarán después de 2012. Los países con economías emergentes aceptaron su responsabilidad en la mitigación de emisiones. Se hace referencia que la meta es reducir las emisiones en 50% para el año 2050. EUA aceptó los objetivos de la Hoja de Ruta. Se formó el Grupo de Trabajo Especializado (GTE-PK) sobre la cooperación a largo plazo en el marco de la Convención.
COP 14: Pozan, Polonia. Diciembre, 2008.	Marcó el inicio de un nuevo ciclo de negociaciones para preparar la conferencia de Copenhague 2009 en la que se deben fijar nuevos objetivos para reemplazar los del Protocolo de Kyoto. Por otra parte, se actualizaron cuestiones metodológicas de carácter técnico para mejorar y reforzar aspectos de implantación de la Convención y el Protocolo.
COP 15: Copenhague,	El objetivo de la conferencia, era la conclusión de un acuerdo jurídicamente vinculante sobre el clima, válido en todo el mundo, que se aplicaría a partir de

Lugar y fecha	Acuerdos o acciones relevantes
Dinamarca. Diciembre, 2009.	2012. El Acuerdo de Copenhague es el primer documento que cuenta con el apoyo de todos los países que son grandes emisores. Por primera vez, los países que no han firmado el Protocolo de Kyoto reconocieron el cambio climático como un problema universal. Los países industrializados deberían reducir sus emisiones de GEI entre un 25% y un 40%, respecto a los niveles de 1990 en el año 2020 y deberían alcanzar una reducción entre el 80% y el 95% para 2050. Se previó que los países no incluidos en el anexo I de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático deberán implementar acciones de mitigación del cambio climático. El objetivo inicial de la cumbre era conseguir un acuerdo legalmente exigible; sin embargo, sólo se consiguió que Estados Unidos y las economías emergentes ofrecieran un proyecto de reducir las emisiones para que el aumento de la temperatura no sobrepase los 2 ⁰ C, pero sin un plan claro sobre cómo llevar a cabo esta meta.
COP 16: Cancún, México. Diciembre, 2010.	Se aprobaron por consenso acuerdos que incluyen un primer paquete de 30 mil millones de dólares que podrá usarse a partir de 2012 para tomar acciones inmediatas contra los efectos del cambio climático. Asimismo, se aseguró el financiamiento a largo plazo de los proyectos de protección a la naturaleza mediante el establecimiento del llamado fondo verde, que aportará 100 millones de dólares anuales para medidas de adaptación y mitigación. Se creó el Programa para Reducir Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (REDD+), que permite transmitir recursos a las comunidades dedicadas a la conservación de bosques.
COP 17: Durban, Sudáfrica. Diciembre, 2011.	Se decide iniciar un proceso para elaborar un protocolo, otro instrumento jurídico o una conclusión acordada con fuerza legal en el marco de la Convención que sea aplicable a todas las Partes. Se reconoce un desfase del nivel agregado de reducción de las emisiones que se lograrían con esfuerzos de mitigación mundiales. Se establece el Fondo Verde como un instrumento de financiamiento que presta apoyo a los países en desarrollo para que limiten o reduzcan sus emisiones de gases de efecto invernadero y para que se adapten a los efectos del cambio climático.
COP 18: Doha, Qatar. Diciembre, 2012.	Se decide que las Partes trabajarán urgentemente para lograr la fuerte reducción de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero que se necesita para mantener el aumento de la temperatura media mundial con respecto a los niveles preindustriales por debajo de 2 ⁰ C y, para que las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero alcancen su punto máximo y empiecen a descender lo antes posible.
COP 19: Varsovia, Polonia Noviembre, 2013.	No se alcanza el propósito de realizar avances sustantivos para establecer las bases del acuerdo global que obligará a todos los países a objetivos cuantificables para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero. En virtud del hartazgo de miembros de la sociedad civil provocado por la ineficacia de los países partes para acordar una serie de decisiones que permitieran trazar el camino hacia lo que tiene que ser un acuerdo global y ambicioso para evitar el aumento de la temperatura planetaria en más de 2 ⁰ C, las ONG's abandonaron la reunión.

Fuente: Elaboración propia con información de la CMNUCC y la oficina catalana del cambio climático.

2.1.3 El protocolo de Kyoto

Realizado el 11 de diciembre de 1997 en Kyoto, Japón, el Protocolo de Kyoto da continuidad al objetivo 2 de la CMNUCC 1992, el cual busca lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático (Naciones Unidas, 1998). A diferencia de la Convención, la cual solo alienta a los países a estabilizar las emisiones de GEI, el Protocolo compromete a los países, principalmente los industrializados, a cumplir con esta tarea.

En el artículo 3 queda establecido el compromiso de las Partes³⁶ presentes en el protocolo de Kyoto, 37 países del llamado Anexo B, quienes en un esfuerzo individual o conjunto se aseguran que sus emisiones antropógenas agregadas, expresadas en dióxido de carbono equivalente, sean reducidas a un nivel inferior en no menos del 5% al de 1990 durante el periodo 2008-2012. Las Partes asumen el compromiso de promover el desarrollo sustentable, para lo cual aplicarían políticas y medidas conforme a sus circunstancias nacionales, por ejemplo: fomento a la eficiencia energética, protección y mejora de los sumideros y depósitos de los GEI, promover modalidades agrícolas sustentables, fomentar la investigación, desarrollo y uso de energías renovables, reducción progresiva de las deficiencias de mercado que sean contrarias al objetivo de la Convención, fomento de políticas y medidas que promuevan la reducción de GEI, entre otras. Las políticas y medidas formuladas y aplicadas por las Partes deben estar instrumentadas

³⁶ Partes incluidas en el anexo I de la CMNUCC o Partes que ha hecho la notificación prevista en el artículo 4, párrafo 2, inciso g del mismo documento.

en aras de reducir al mínimo los efectos adversos de: el cambio climático, el comercio internacional y las repercusiones sociales, económicas y ambientales de las Partes, en especial de las Partes que son países en desarrollo (Naciones Unidas, 1998).

Además, quedó suscrito que cada una de las Partes debía demostrar un avance concreto en el cumplimiento de sus compromisos para el año 2005. Un año antes del primer periodo de compromiso 2008-2012 las Partes debían instituir un sistema nacional que permitiera estimar las emisiones antropógenas por las fuentes y de absorción de los sumideros; las metodologías para realizar las estimaciones deben someterse a la aceptación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (PICC). Ante el Órgano Subsidiario Asesoramiento Científico y Tecnológico se debían presentar los datos que permitieran determinar el nivel del carbono almacenado en 1990 y estimar las variaciones en los años durante el primer periodo de compromiso (Naciones Unidas, 1998).

El porcentaje consignado a las Partes de sus emisiones antropógenas agregadas, se precisa en la segunda columna del cuadro 2 (Naciones Unidas, 1998); sin embargo, en 2012 hubo una enmienda durante la Conferencia de Doha y se acordó reducir las emisiones globales al menos un 18% de los niveles de 1990 en el segundo periodo de compromiso cuantificado de limitación y reducción de las emisiones, de 2013 a 2020, además se fijó la cantidad atribuida a cada Parte para este periodo, la cual será igual al porcentaje consignado para ella de sus emisiones antropógenas agregadas, estos datos se muestran en la tercera columna del cuadro 2.

Cuadro 2: Compromisos de reducción de emisiones

Parte	Compromiso cuantificado de limitación o reducción de las emisiones 2008-2012 (% del nivel del año o periodo base)	Compromiso cuantificado de limitación o reducción de las emisiones 2013-2020 (% del nivel del año o periodo base)
Alemania	92	80
Australia	108	99.5
Austria	92	80
Belarús*		88
Bélgica	92	80
Bulgaria*	92	80
Canadá	94	
Chipre		80
Croacia*	95	80
Dinamarca	92	80
Eslovaquia*	92	80
Eslovenia*	92	80
España	92	80
Estados Unidos de América	93	
Estonia*	92	80
Federación de Rusia*	100	
Finlandia	92	80
Francia	92	80
Grecia	92	80
Hungría*	94	80
Irlanda	92	80
Islandia	110	80
Italia	92	80
Kazajistán *		95
Japón	94	
Letonia*	92	80
Liechtenstein	92	84
Lituania*	92	80
Luxemburgo	92	80
Mónaco	92	78

Parte	Compromiso cuantificado de limitación o reducción de las emisiones 2008-2012 (% del nivel del año o periodo base)	Compromiso cuantificado de limitación o reducción de las emisiones 2013-2020 (% del nivel del año o periodo base)
Noruega	101	84
Nueva Zelanda	100	
Países Bajos	92	80
Polonia*	94	80
Portugal	92	80
Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte	92	80
República Checa*	92	80
Rumania*	92	80
Suecia	92	80
Suiza	92	84.2
Ucrania*	100	76
Unión Europea	92	80

*Países que están en proceso de transición a una economía de Mercado

Fuente: Anexo B del Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Considera la enmienda de Doha de 2012.

En lo relativo al comercio de permisos de contaminación en el protocolo de Kyoto se establece la permisión para adquirir o transferir unidades de reducción de emisiones entre las Partes³⁷, las cuales se agregarán y deducirán a la Parte que la adquiera y la transfiera, respectivamente. Los mecanismos mediante los cuales se pueden realizar estas transferencias son: la implementación conjunta (Artículo 6), el mecanismo para un desarrollo limpio (Artículo 12) y el comercio de emisiones (artículo 17). La implementación conjunta es un mecanismo que permite la inversión de un país en otro (Países del anexo I de la CMNUCC) para la ejecución de un proyecto de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, o bien, de proyectos de absorción de emisiones a través de sumideros de carbono. El mecanismo para un desarrollo limpio fomenta

³⁷ Representa una reducción de 1 tonelada de CO₂e con relación al año base.

la inversión en proyectos de reducción o absorción de emisiones de países desarrollados incluidos en el Anexo I de la CMNUCC en países no incluidos en dicho anexo. El comercio de emisiones es una compra-venta de gases de efecto invernadero entre países que tienen compromisos establecidos dentro del protocolo de Kyoto (países incluidos en el Anexo B del Protocolo de Kyoto). El mecanismo de transferencia de unidades de reducción también se aplica para las Partes para diferentes periodos de compromiso, así si en un periodo de compromiso las emisiones de una Parte son inferiores a la cantidad atribuida a ella, la diferencia se agregará a periodos de compromiso futuros (Naciones Unidas, 1998).

El Protocolo establece que las Partes cumplan los compromisos empeñándose en promover el desarrollo sostenible. Para ello deberán aplicar y/o elaborar políticas y medidas conforme a sus circunstancias nacionales, por ejemplo: fomento a la eficiencia energética, protección y mejora de los sumideros y depósitos de los GEI, promover modalidades agrícolas sostenibles, fomentar la investigación, desarrollo y uso de energías renovables, reducción progresiva de las deficiencias de mercado que sean contrarias al objetivo de la Convención fomento de políticas y medidas que promuevan la reducción de GEI, entre otras. Además, se sientan las bases para la cooperación mediante el intercambio de experiencias e información entre las Partes para fomentar la eficacia individual y global de las políticas y medidas de aplicación de instrumentos económicos y administrativos instituidos para conseguir el objetivo de la Convención. Se determina que las políticas y medidas formuladas y aplicadas por las Partes deben estar instrumentadas en aras de reducir al mínimo los efectos adversos, comprendidos, los del cambio climático, el comercio internacional y las repercusiones sociales, económicas y

ambientales de las Partes, en especial de las Partes que son países en desarrollo (Naciones Unidas, 1998).

A efecto de determinar si se cumplen los compromisos de reducción de emisiones se proponen revisiones periódicas de las metodologías y ajustes a las mismas y; se estipula que las Partes deben presentar la información complementaria necesaria para demostrar el cumplimiento de los compromisos, la información debe presentarse el primer año del periodo de compromiso después de la entrada en vigor para esa Parte; la información se examina en el marco de la recopilación anual de los inventarios y se estudia en el marco del examen de las comunicaciones. El proceso del examen de la información permite una evaluación, técnica, exhaustiva e integral de todos los aspectos de la aplicación del protocolo (Naciones Unidas, 1998).

La Conferencia de las Partes analiza periódicamente el protocolo a la luz de estudios científicos más exactos sobre el cambio climático, sus repercusiones y la información técnica, social y económica pertinente. Finalmente, en el Protocolo se determinó que los países desarrollados debían proporcionar recursos financieros y tecnológicos necesarios para cubrir los gastos de los países en desarrollo en cumplimiento del compromiso de reducción de emisiones (Naciones Unidas, 1998).

En 2007 iniciaron las negociaciones sobre el segundo periodo compromiso post-2012, se formó el Grupo de Trabajo Especializado (GTE-PK), pero fue hasta 2011 que se tomaron decisiones

fundamentales, tales como, añadir al trifluoruro de nitrógeno a la lista de GEI regulados y adoptar nuevas reglas para de contabilidad para el uso de la tierra, el cambio de uso de la tierra y silvicultura. Con respecto a las negociaciones políticas, los resultados no son alentadores, Japón Rusia y Canadá articularon su oposición a participar en un segundo periodo de compromiso del Protocolo de Kyoto; estos países solos, representan el 40% de las emisiones de los países del Anexo B en 2009; Estados Unidos continúa sin ratificar el compromiso (SEAN-CC, 2012).

2.1.4 El cambio climático, punto focal internacional

En la actualidad, el cambio climático es el problema medioambiental a nivel global más relevante, prueba de ello es que la atención internacional en esta problemática no solo se hace evidente a través de la CMNUCC o el Protocolo de Kyoto, también ha sido punto focal de cumbres gubernamentales como el Grupo de los Ocho (G 8), el Grupo de los Veinte (G 20), el Grupo de los Setenta y Siete y China (G 77 + China), el Grupo Asia-Pacífico (AP 6), el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC), los Objetivos de Desarrollo del Milenio, la Agenda 21 y Río + 20; sus aportaciones o posturas en materia de cambio climático se describen a continuación:

- El G 8: los países que forman el G 8 y la Unión Europea son los responsables de la mayor parte de las emisiones de GEI del pasado y en la actualidad sus emisiones representan el

47% de las emisiones de CO₂ totales. Por otra parte el G 8 acumula el 65% del PIB mundial, lo cual les permite ser potencialmente contribuyentes en el plan de acción de reducción de emisiones de GEI y adaptación al cambio climático. Reunidos en Gleneagles, Escocia en julio de 2005, los líderes del G 8 firmaron un comunicado que incluía una declaración política y un plan de acción de lucha contra el cambio climático, energía limpia y desarrollo sustentable. Se emitieron dos documentos: el Informe Stern y la perspectiva de energía mundial 2006. El informe Stern examina la información relativa a las consecuencias económicas del cambio climático, analiza los aspectos económicos de la estabilización de GEI, además se estudian los retos políticos implícitos en la gestión de la transición hacia una economía con emisiones de carbono bajas y en los esfuerzos para conseguir que las sociedades se adapten a las consecuencias del cambio climático. Se concluye que los beneficios de una actuación decidida y rápida superan los costos de reducción de emisiones y adaptación; establece que en cuánto antes se tomen acciones eficaces respecto al cambio climático, menos elevado será su costo. La Perspectiva de Energía Mundial³⁸ (2006) es un documento elaborado por la Agencia Internacional de Energía en el que se emiten recomendaciones sobre escenarios de energía alternativa y estrategias direccionadas hacia un futuro energético más limpio, racional y competitivo. Confirma que en un escenario en el que no se disminuya la demanda de combustibles fósiles, no se implementen acciones gubernamentales de reducción de emisiones de GEI, la tendencia actual insostenible continuará. Expone que el retraso en la mitigación implica efectos desproporcionalmente mayores que las emisiones. Reunidos en San

³⁸ Traducción de World Energy Outlook (WEO)

Petersburgo, Rusia en 2006, el G 8 adoptó un plan de acción para mejorar la seguridad energética global, dicho plan se implementó para aumentar la eficiencia energética, incrementar el ahorro de energía y afrontar el reto del cambio climático y el desarrollo sustentable, además se reafirmaron los compromisos de reducción de emisiones. En junio de 2007 el G 8 se reunió en Heiligendamm (Alemania), donde se establece el objetivo de reducir el 50% de las emisiones globales de GEI para el año 2050; se reconoce que los esfuerzos realizados por los países desarrollados no serán suficientes, por lo que es necesario que contribuyan otros países. Asimismo, se exhortó a que los países participaran activamente en la COP 2007 a fin de llegar a un acuerdo post Kyoto que incluya todos los países emisores. Concluyen que para luchar contra el cambio climático es necesario implementar tecnologías sustentables, poco intensivas en carbono y que utilicen energía limpia. En estos países existe la voluntad de reducir las emisiones procedentes de la deforestación, así como aumentar la cooperación y apoyo para la adaptación al cambio climático de los países en desarrollo. Se hace un llamamiento a los países con alto consumo de energía para que adopten modelos de eficiencia energética. En julio de 2008 los líderes mundiales se reunieron en Toyako, Japón y expresaron la determinación de asegurar la participación y responsabilidad de los principales emisores de CO₂ (EUA y China), se acordó implementar programas nacionales para desarrollar tecnologías bajas en carbono y se establecieron objetivos de eficiencia energética a mediano plazo, también se reiteró la importancia de la innovación tecnológica y la transferencia de tecnología, la preponderancia de la sustentabilidad en la producción y el uso de biocombustibles. Durante su reunión en el año 2009 celebrada

en L' Aquila, Italia los integrantes de este grupo destacaron la necesidad de definir una respuesta global en la que los compromisos de los países industrializados sean paralelos a la contribución de los países emergentes. Se acordó que el aumento de la temperatura global no deberá exceder los 2⁰C. En la reunión de 2010 realizada en Muskoka, Canadá enfatizan que se requiere de la participación de todos los países para consolidar un proceso destinado a brindar un impulso político a las negociaciones sobre cambio climático y el despliegue de las tecnologías de energía limpia (Oficina Catalana del Cambio Climático).

- El G 20: los países que constituyen el G 20 han sido partícipes en la cooperación global contra el cambio climático, en sus reuniones discuten temas relacionados con el fomento de la energía limpia, eliminar y racionalizar en el mediano plazo los subsidios ineficientes a los combustibles fósiles, promueven la recuperación verde, el crecimiento mundial sustentable y el consenso de los países con el objetivo de la CMNUCC (Gobbi, Grande y Fernández, 2013 y; G 20, 2013).
- El G 77 + China: constituido en 1964 por setenta y siete países en vías de desarrollo, pero que en la actualidad se ha incrementado hasta 130 países, ha sido parte fundamental en las negociaciones para aprobar un acuerdo legalmente vinculante que obligue a una reducción de las emisiones de GEI; el G 77 + China es pieza clave en el abordaje de la temática del cambio climático por dos circunstancias, primero, una parte importante de las emisiones mundiales provienen de la elevada población de estos países; segundo, los países del G 77 son altamente vulnerables a los efectos del cambio climático. Los países del G 77 + China promueven el desarrollo de economías con menor dependencia de

combustibles fósiles, esto implica trabajar en la generación de energías limpias, renovables y de bajo impacto (The Group of 77, 2012).

- El AP 6: la postura del grupo Asia-Pacífico respecto al cambio climático es que las reducciones de gases de invernadero deben lograrse sin entorpecer el crecimiento económico, añaden que es necesario movilizar la inversión nacional y extranjera hacia la tecnología limpia y de baja emisión mediante el fomento de la mejor tecnología facilitadora posible. Concluyen que la importancia de su gestión es la protección que pretenden dar a la industria de carbón a largo plazo (Australian Broadcasting Corporation, 2006).
- El APEC: en 2007 los 21 países que forman el APEC establecieron en la declaración de Sídney, Australia una serie de iniciativas para contribuir a la reducción de emisiones de GEI, éstas son: mejora de la eficiencia energética, aumento de la cubierta de bosques, establecer una red Asia-Pacífico de tecnología energética, promover medidas en el comercio de bienes y servicios medioambientales, transporte aéreo, usos de la energía bajos en carbono, seguridad energética, protección de recursos biológicos marinos y, apoyo y colaboración con la CMNUCC (Asia-Pacific Economic Corporation, 2007).
- Objetivos de Desarrollo del Milenio para el 2015: este programa integral contiene ocho objetivos fundamentales para el desarrollo que están relacionados con los siguientes temas: pobreza, educación, igualdad, mortalidad en niños, salud materna, abatimiento del VIH, sostenibilidad del medio ambiente y fomento de una asociación mundial. El objetivo que hace referencia a cuestiones ambientales es el número 7: “Garantizar la Sostenibilidad del Medio Ambiente”, la meta 7 A incluida en el objetivo, considera la

incorporación de principios de desarrollo sustentable en las políticas y programas nacionales y reducir la pérdida de recursos del medio ambiente. La reducción de emisiones de CO₂ y la disminución en el consumo que agotan la capa de ozono, son los dos indicadores que darán evidencia del cumplimiento de dicha meta (Sistema de las Naciones Unidas en México, 2012).

- Agenda 21: programa resultante de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, realizada durante 1992 en Río de Janeiro, que promueve el desarrollo sustentable y detiene y/o revierte los efectos de las actividades humanas en el medioambiente. Este programa expone que “la necesidad de controlar las emisiones atmosféricas de gases de efecto invernadero y otros gases y sustancias deberá basarse cada vez más en la eficiencia en la producción, transmisión, distribución y consumo de la energía y en una dependencia cada vez mayor de sistemas energéticos, ecológicamente racionales, sobre todo de las fuentes de energía nuevas y renovables” (Fondo para el Medio Ambiente Mundial, 2000, P. 22). El Fondo para el Medio Ambiente Mundial del Programa 21 organiza su labor relativa al cambio climático en tres categorías operacionales: la eliminación de obstáculos a la eficiencia y conservación de la energía; la promoción de la adopción de energía renovable y; la reducción de los gastos a largo plazo de las tecnologías energéticas de baja emisión de GEI (Fondo para el Medio Ambiente Mundial, 2000 y Naciones Unidas, 1992).
- Río + 20: en el documento final de la conferencia “El futuro que queremos” se establece que la visión común de los Jefes de Estado y de Gobierno y los representantes de alto nivel, es reconocer que el cambio climático es una crisis intersectorial y persistente, se

externa la preocupación ante el hecho de que la magnitud y gravedad de los efectos adversos del cambio climático afectan a todos los países y debilitan su capacidad, en particular los países en desarrollo y; se pone en peligro la viabilidad y la supervivencia de las naciones. Se subraya que para luchar contra el cambio climático se requieren medidas urgentes y ambiciosas, de conformidad con los principios y las disposiciones de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y se insta a que todas las Partes cumplan íntegramente los compromisos contraídos en los acuerdos de la Convención y el Protocolo de Kyoto. Se reafirma la necesidad de promover, aumentar y apoyar una agricultura más sustentable, para mejorar la seguridad alimentaria, erradicar el hambre y, a la vez, conservar las tierras, el agua, los recursos genéticos vegetales y animales, la diversidad biológica y los ecosistemas y, aumentar la resiliencia al cambio climático y a los desastres naturales; se reconoce también la necesidad de mantener los procesos ecológicos naturales que sustentan los sistemas de producción de alimentos. Se promueve mejorar la eficiencia energética, aumentar la proporción de energía renovable y usar tecnologías menos contaminantes y de alto rendimiento energético. Se enfatiza que en la planificación urbana es importante que se tengan en cuenta la reducción de los riesgos de desastre, la resiliencia y los riesgos derivados del cambio climático. Se pide apoyo para las iniciativas que aborden la acidificación de los océanos y los efectos del cambio climático en los ecosistemas y recursos marinos y costeros (Naciones Unidas, 2012).

2.2 Gestión ambiental y marco jurídico nacional

2.2.1 La gestión ambiental en México

En México existen indicios de políticas de gestión ambiental desde la constitución de 1917, en donde se establece en el artículo 27 que en todo tiempo se puede regular, en beneficio de la sociedad, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación para, entre otras cosas, cuidar su conservación; la carta magna también ordena la adopción de todas las medidas necesarias para evitar la destrucción de los elementos naturales y los consiguientes daños en perjuicio de la sociedad (Diario Oficial de la Federación, 1917). Es así como a partir de la promulgación de la Constitución y hasta 1971 se desarrolló una primera etapa de gestión ambiental en México, en donde las políticas ambientales estaban implícitas dentro del manejo productivo de los recursos naturales en los sectores: forestal, pesquero e hidráulico (SEMARNAP, 2001).

Durante el periodo 1971-1983, los esfuerzos institucionales y la normatividad de la gestión ambiental tomaron, fundamentalmente, un carácter sanitario; en 1971 surgió la Ley Federal para Prevenir la Contaminación Ambiental, que estaba orientada principalmente a criterios de salud, pero también contenía algunos elementos para el control de emisiones. En 1972 se creó la Subsecretaría de Medio Ambiente (SSMA) que dependía de la Secretaría de Salubridad y Asistencia. En el Código Sanitario de 1973, se incorporó un capítulo denominado Saneamiento

del Ambiente y, se expidieron reglamentos para el control de la contaminación atmosférica por humos y polvos, de la contaminación de agua, de la contaminación del mar por desechos; se emitieron también otros ordenamientos que, directa o indirectamente, se relacionaban con el control de la contaminación industrial. En 1982 se expidió la Ley Federal de Protección al Ambiente que tenía un enfoque más amplio de protección ambiental (SEMARNAP, 2001).

Posteriormente, durante el periodo 1983-1994, la política ambiental evolucionó hacia una visión más centrada en problemas de contaminación urbanos y se inició la gestión de ecosistemas. En esta tercera etapa de diseño de políticas de gestión ambiental en México, se instrumentó un marco jurídico que regulaba de manera integral al medio ambiente y los recursos naturales. El tema ecológico se introdujo formalmente en el gabinete con la creación en 1982, de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) y a su interior la Subsecretaría de Ecología.

En 1983, se elaboró un primer Programa Nacional de Ecología y se propuso que, simultáneamente a la expedición de la Ley General de Salud, se reformaran y adicionaran diversos artículos a la Ley Federal de Protección al Ambiente para que este ordenamiento contemplara normas, principios y demás preceptos legales relativos a la conservación, protección, restauración y mejoramiento del ambiente, guardando congruencia con la legislación en materia de salubridad (SEMARNAP, 2001).

En 1988, se expidió la aún vigente Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), que está orientada a la preservación y restauración del equilibrio ecológico,

así como a la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Así mismo, se expidieron reglamentos en materia de impacto ambiental, residuos peligrosos, prevención y control de la contaminación atmosférica, prevención y control de la contaminación generada por los vehículos automotores que circulan en el Distrito Federal y los municipios de la zona conurbada. Durante el gobierno 1988-1994 se instituyó la Secretaría de Desarrollo Social que sustituyó a la SEDUE y se creó el Instituto Nacional de Ecología (INE) con el objeto principal de enfocarse en la generación de información científica y técnica sobre problemas ambientales, para apoyar a la política ambiental; también se creó la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), que fungiría como responsable de la procuración de justicia ambiental (SEMARNAP, 2001).

Una cuarta etapa de diseño de la gestión ambiental, comprendida entre los años 1995 y 2000, también estuvo encaminada hacia la integralidad. Se creó, a fines de 1994, la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMPARNAP); esta secretaría estaba encargada de coordinar la administración de los recursos naturales y fomentar su aprovechamiento. En 1999, se adicionó el párrafo 5 al artículo 4to constitucional, el cual estableció que toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar (SEMARNAP, 2001).

Durante este periodo, el marco jurídico contempló el uso del concepto “desarrollo sustentable”, el cual se incluyó en el 1er párrafo del artículo 25 y, que establece que corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable; a partir del

año 2000 se desincorporó de la SEMARNAP el ramo pesquero y se transformó a dicha secretaría en una nueva, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Esta nueva dependencia aglutinó a órganos como la Comisión Nacional del Agua, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, la Comisión Nacional Forestal, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, el INE y la PROFEPA. Al habersele otorgado el nivel de Secretaría (ministerio) se manifestó el reconocimiento que el Estado mexicano daba al tema del medio ambiente (SEMARNAP, 2001).

No se ha distinguido una etapa más de la gestión ambiental, empero durante la administración federal 2000-2006, el Plan Nacional de Desarrollo estableció a la sustentabilidad como uno de sus principios fundamentales y se hicieron modificaciones en las políticas ambientales y en la estructura gubernamental que hasta entonces se había constituido, respecto al cambio climático sólo se limita a establecer que “la expansión de industrias generadoras de emisiones de carbono y otros contaminantes repercuten directa o indirectamente en el cambio climático” (Poder Ejecutivo Federal, 2001, P. 24).

No obstante, para atender de manera particular el tema de cambio climático, el Gobierno de México creó la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, conformada por: la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Secretaría de Energía, la Secretaría de Economía, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la Secretaría de Desarrollo Social y la Secretaría de Relaciones Exteriores. Esta comisión, creada mediante un decreto presidencial el 24 de abril de 2005, tiene

el objeto de coordinar las acciones del Gobierno Federal, relativas a la formulación e instrumentación de las políticas nacionales para la prevención y mitigación de gases de efecto invernadero, la adaptación a los efectos del cambio climático y, en general, para promover el desarrollo de programas y estrategias de acción climática relativos al cumplimiento de los compromisos suscritos por México en la CMNUCC y sus instrumentos (Diario Oficial de la Federación, 2005). México es el doceavo país con más emisiones de CO₂, en el año 2006 generó 1.6% (715 MTCO₂e) de las emisiones globales de GEI y ha sido altamente vulnerable a los efectos adversos (Poder Ejecutivo Federal, 2009a).

La Comisión Intersecretarial también quedó como la responsable de identificar oportunidades, facilitar y aprobar la realización de proyectos de reducción de emisiones y captura de gases de efecto invernadero, para lo cual se creó el 23 de enero de 2004 un grupo de trabajo permanente denominado Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y Captura de Gases de Efecto Invernadero. La Comisión Intersecretarial también contó con un Secretariado Técnico a cargo de la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Diario Oficial de la Federación, 2005).

Es importante resaltar que aunque desde 1998 el cambio climático fue establecido como un tema de interés mundial a través de la firma y ratificación del protocolo de Kyoto, en México fue hasta el sexenio presidencial 2006-2012 cuando se plantearon las primeras acciones gubernamentales concretas en materia de cambio climático.

En el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (Diario Oficial de la Federación, 2007) el tema de cambio climático fue incluido como un eje rector dedicado a la Sustentabilidad Ambiental; a través del objetivo 10 se propuso reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI); las estrategias para alcanzar este objetivo fueron:

- Impulsar la eficiencia y tecnologías limpias (incluyendo la energía renovable) para la generación de energía.
- Promover el uso eficiente de energía en el ámbito doméstico, industrial, agrícola y de transporte.
- Impulsar la adopción de estándares internacionales de emisiones vehiculares.
- Fomentar la recuperación de energía a partir de residuos.

El objetivo 11 buscó impulsar medidas de adaptación a los efectos del cambio climático a través de las siguientes estrategias:

- Promover la inclusión de los aspectos de adaptación al cambio climático en la planeación y quehacer de los distintos sectores de la sociedad.
- Desarrollar escenarios climáticos regionales de México.
- Evaluar los impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en diferentes sectores socioeconómicos y sistemas ecológicos.
- Promover la difusión de información sobre los impactos, vulnerabilidad y medidas de adaptación al cambio climático.

Durante este sexenio se hace responsable a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de conducir la política nacional en materia de medio ambiente y cambio climático, además se dio continuidad y vigencia a la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, sus principales consideraciones o acciones fueron³⁹:

- Sector Energético: la política conducida se sustentó por diferentes líneas de acción asociadas con la innovación de procesos relacionados con el uso de la energía, eficiencia en el uso de los combustibles fósiles, así como la promoción e implementación de proyectos de aprovechamiento de energías renovables. Asimismo, la Secretaría de Energía creó en febrero del 2005, mediante la firma de un Convenio de Colaboración, el Comité de Cambio Climático del Sector Energía quien tiene el objetivo de consolidarse como el mecanismo de coordinación para el seguimiento, análisis y definición de políticas y actividades relacionadas con el Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio en el Sector Energía.
- Sector Agrícola y Ganadero: la capacidad de las sociedades de producir alimentos depende en gran medida del clima y sus variaciones. En este sentido, el cambio climático puede afectar al sector agrícola de diversas formas y supone grandes riesgos para esta actividad, en virtud de que las consecuencias del fenómeno complican la planificación de las actividades agrícolas y los sistemas agrícolas se tornan más frágiles. Las políticas y programas del Gobierno de México para este sector prioritario en términos de actividad económica y atención social, son coincidentes con estas preocupaciones y el tema de cambio climático fue incluido dentro de la agenda programática de este sector.

³⁹ http://cambio_climatico.ine.gob.mx/ccygob/mcopoliticoyprogr/mcopoliyorog.html

- Sector Forestal: la política en materia de cambio climático para el sector forestal, consideró la incorporación de elementos que influyen al sector y su entorno, particularmente porque este sector está ligado estrechamente a actividades productivas, el objetivo de las acciones gubernamentales para este sector fue usar racionalmente los recursos forestales del país, sin poner en riesgo los beneficios que ofrecen a la sociedad. En relación particular con las políticas en materia de cambio climático, el Gobierno de México dio atención especial a este sector dentro de sus programas, especialmente por su relación estrecha con la mitigación de gases efecto invernadero.
- Sector Hidráulico: la influencia del cambio climático sobre los recursos hídricos mundiales es variada y sus efectos se reflejan en el aumento de los niveles de los océanos, así como la afectación en los niveles de humedad de los suelos, la escorrentía en zonas hidrológicas y el nivel de evaporación. Es evidente que este fenómeno afecta directamente no sólo al recurso en sí, sino todas las actividades humanas relacionadas y la distribución de los recursos hídricos en México. En este sentido, las acciones del Gobierno de México han sido encaminadas a desarrollar programas que atiendan la creciente vulnerabilidad asociada al uso del agua derivada del cambio climático, así como su impacto en los asentamientos humanos.

De manera adicional al mandato de la Comisión Intersecretarial, se creó la Coordinación del Programa de Cambio Climático del Instituto Nacional de Ecología (INE), la cual impulsa, guía e incide en la agenda de investigación en cambio climático en México y aporta significativamente a ésta agenda en respuesta a las necesidades emanadas de la política ambiental nacional, el

Plan Nacional de Desarrollo, las directrices de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC) y el Programa Especial de Cambio Climático (PECC)⁴⁰.

En el año 2007 el ejecutivo federal presentó la Estrategia Nacional de Acción Climática (ENAC) mediante la cual se establece que el cambio climático es un problema de seguridad nacional, declaración fundamental para la construcción de políticas públicas. En julio y septiembre del 2008 se realizaron reuniones convocadas por la Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Cámara de Diputados, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y otras organizaciones, cuyo objetivo fue profundizar en el tema de cambio climático como un problema de seguridad nacional (Conde, 2010).

Otro suceso destacable durante el sexenio 2006-2012 fue la creación del Programa Especial de Cambio Climático (PECC) (Poder Ejecutivo Federal, 2009a) vigente en el periodo 2009-2012; con sus 106 objetivos y 303 metas el PECC buscó hacer frente y superar los desafíos del cambio climático, mediante estrategias que mitigan la emisión de GEI y acciones que contrarrestan los impactos del cambio climático. El PECC también buscó favorecer el logro de 33 objetivos del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012 en el que se incorporó, de manera explícita, el problema de cambio climático desde una perspectiva de desarrollo humano sustentable en los siguientes ejes: Estado de derecho y seguridad, economía competitiva y generadora de empleos, igualdad de oportunidades, sustentabilidad ambiental y democracia efectiva y política exterior responsable. El PECC se conformó de cuatro capítulos, de ellos se destaca lo siguiente:

⁴⁰ http://cambio_climatico.ine.gob.mx

- Capítulo 1: especifica la visión de largo plazo en la que se sustenta el Programa. En todo el mundo, los sistemas políticos, administrativos y financieros se encuentran mal adaptados para enfrentar un proceso de las dimensiones globales y temporales inherentes al cambio climático, por tanto, se necesita modificar una serie de prácticas que normalmente atienden cuestiones coyunturales urgentes y diseñar una nueva política sustentada en una visión de largo plazo y de convergencia real de intereses de todos los países del mundo, en torno de los múltiples retos que plantea el cambio climático. Este capítulo aborda el panorama de la mitigación y la adaptación en el largo plazo.
- Capítulo 2: describe las acciones de mitigación, es decir, de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Se estructura en función de las más recientes guías desarrolladas por el PICC para la realización de inventarios nacionales de emisiones, distinguiendo cuatro amplias categorías o secciones: Generación de Energía; Uso de Energía; Agricultura, Bosques y otros Usos del Suelo y; Desechos.
- Capítulo 3: presenta políticas públicas para la adaptación al cambio climático. La estructura de “sistemas” corresponde al enfoque desarrollado por el Grupo de Trabajo II del PICC que, ajustado a las especificidades mexicanas, resulta en ocho sistemas, de los cuales siete corresponden a sistemas humanos y naturales y, uno al enfoque de gestión de riesgo. Para el tema de adaptación se plantean 37 objetivos y 143 metas.
- Capítulo 4: diseña y agrupa los elementos fundamentales de las políticas y acciones de carácter transversal en torno al cambio climático, que deben apoyar los esfuerzos en materia de mitigación y adaptación. El capítulo se integra con cinco secciones que

abordan la política exterior, el fortalecimiento institucional, la economía del cambio climático, la educación, capacitación, información y comunicación y las actividades de investigación y desarrollo tecnológico. En materia de transversalidad se plantean 28 objetivos y 65 metas.

El Informe de Avances del PECC indica que, al cierre del 2011, derivado de la implementación de acciones de mitigación se había logrado un avance de 80%, es decir que las reducciones a final de dicho año fueron de 40.66 MtCO₂e.; estos logros resultaron de acciones específicas en los sectores de generación de energía, uso de energía, uso de suelo y cambio de uso de suelo y silvicultura (USCUSS) y desechos. En relación a la adaptación, también al cierre de 2011, el Informe de Avances del PECC indica que en 141 de las 143 metas se logró un avance general en su cumplimiento de 65% y que 34 ya habían sido concluidas. Finalmente, los avances del PECC respecto a elementos de política transversal indican que se había alcanzado al final de 2011 un avance promedio de 53% y que 25 de las 65 metas habían sido cumplidas en su totalidad (Poder Ejecutivo Federal, 2012).

Con el inicio de un nuevo gobierno para el periodo 2012-2018, se presentan cambios institucionales, de estrategias y objetivos en relación con la gestión ambiental y el cambio climático. El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, principalmente dentro de su objetivo 4.4, considera en diversas líneas de acción el tema de cambio climático y dedica una estrategia particular al mismo. El objetivo citado busca “impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve el patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza,

competitividad y empleo”. Como una estrategia para alcanzar el objetivo antes mencionado, se pretende “fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono” (Diario Oficial de la Federación, 2013a, P. 135).

También como parte de las acciones del Ejecutivo Federal, en junio de 2013 se publicó la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), en la que se definen las bases de la política nacional de cambio climático sustentada en los ejes estratégicos en materia de adaptación y mitigación, los cuales conducirán al país, respectivamente, hacia la resiliencia y un bajo desarrollo de emisiones (Diario Oficial de la Federación, 2013b).

La ENCC contempla la coordinación efectiva de los distintos órdenes de gobierno y la concertación entre los sectores público, privado y social, mediante la integración del Sistema Nacional de Cambio Climático (SINACC) previsto en la LGCC; este sistema debe propiciar sinergias para enfrentar de manera conjunta la vulnerabilidad y los riesgos del país ante el fenómeno y establecer las acciones prioritarias de mitigación y adaptación. El SINACC lo integran la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC); el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC); el Consejo de Cambio Climático (C3); las entidades federativas; las asociaciones de autoridades municipales y; el Congreso de la Unión. A su vez la CICC amplió la participación de las Secretarías de Estado de 7 a 13, siendo éstas: la Secretaría de Gobernación (SEGOB), la Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE), la Secretaría de Marina (SEMAR), la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), la Secretaría de Desarrollo Social

(SEDESOL), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Secretaría de Energía (SENER), la Secretaría de Economía (SE), la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), la Secretaría de Educación Pública (SEP), la Secretaría de Salud (SSA) y la Secretaría de Turismo (SECTUR). Para la CICC se precisan las siguientes funciones: 1) formular e instrumentar políticas nacionales para la mitigación y adaptación al cambio climático, así como su incorporación a los programas y acciones sectoriales correspondientes; 2) desarrollar los criterios de transversalidad e integralidad de las políticas públicas para que los apliquen las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal centralizada y paraestatal; 3) aprobar la ENCC y; 4) participar en la elaboración e instrumentación del Programa Especial de Cambio Climático (PECC) (Diario Oficial de la Federación, 2013b).

El INECC (antes INE) es el instituto de investigación creado para coordinar y realizar estudios y proyectos de investigación científica y tecnológica en materia de cambio climático; se encarga de realizar los análisis de prospectiva sectorial y de colaborar en la elaboración de estrategias, planes, programas, instrumentos y acciones relacionadas con cambio climático. La evaluación de la política nacional de cambio climático recae en la Coordinación de Evaluación, integrada por el titular del INECC y seis consejeros sociales y, podrá realizarse mediante uno o varios organismos independientes (Diario Oficial de la Federación, 2013b).

El C3 es el órgano permanente de consulta de la CICC, está integrado por miembros provenientes de los sectores social, privado y académico, con reconocidos méritos y experiencia

en cambio climático; sus funciones principales son: 1) asesorar a la CICC y recomendarle la realización de estudios, políticas y acciones así como fijar metas tendientes a enfrentar los efectos adversos del cambio climático y 2) promover la participación social, informada y responsable, mediante consultas públicas (Diario Oficial de la Federación, 2013b).

La ENCC establece que el Programa Especial de Cambio Climático (PECC), aún no publicado, definirá los objetivos y acciones específicas de mitigación y adaptación del sexenio de la administración federal 2012-2018; a nivel Estatal y Municipal se establecen los Programas de las Entidades Federativas en materia de cambio climático y los Programas Municipales de Cambio Climático, respectivamente (Diario Oficial de la Federación, 2013b).

Considerando que se han implementado instrumentos de planeación, se promueve la operación efectiva del marco institucional previsto en la LGCC, se impulsa el desarrollo de instrumentos económicos y el diseño de herramientas técnicas apropiadas, todo ello en concordancia con la ENCC, se espera que sea posible concretar las metas de mediano y largo plazo para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono (Diario Oficial de la Federación, 2013b).

Cabe hacer mención que la ENCC contempla el desarrollo de políticas fiscales e instrumentos económicos financieros con enfoque climático con la finalidad de que estos promuevan el desarrollo económico y al mismo tiempo bajos niveles de emisiones (Diario Oficial de la Federación, 2013b).

A nivel estatal, con la colaboración de cerca de 40 científicos, en 2008 el estado de Veracruz concluyó su Plan Estatal de Acción Climática, el primero de su tipo en México. En este mismo año, el Gobierno del Distrito Federal presentó, su Programa de Acción Climática de la Ciudad de México, en este programa se destina presupuesto para cada acción planteada. En 2009 se realizó un taller para funcionarios y científicos de por lo menos 17 estados a los que se les entregó una Guía Metodológica para la Elaboración de Planes Estatales y una Guía para la Elaboración de Escenarios de Cambio Climático Regional (Conde, 2010). Los Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) son instrumentos de apoyo para el diseño de políticas públicas sustentables y acciones relacionadas en materia de cambio climático, en el orden de gobierno estatal y municipal, con información actualizada en marzo de 2013, el INECC publica que en materia de desarrollo y fortalecimiento de capacidades, en los temas de: elaboración de PEACC; inventarios estatales de emisiones de GEI y, uso y aplicación de escenarios regionales de cambio climático, a la fecha se ha capacitado de manera presencial a más 318 personas y 375 personas de forma virtual, en las 32 entidades federativas del país. Los estados de Baja California, Baja California Sur, Nuevo León, Guanajuato, Hidalgo, Veracruz, Puebla, Distrito Federal, Tabasco y Chiapas han concluido el PEACC⁴¹.

Siendo éste proyecto de investigación, una propuesta de reducción de emisiones (mitigación), es necesario exponer cuáles han sido los esfuerzos que el gobierno mexicano ha realizado para la mitigación de GEI, estos se describen en el cuadro 3.

⁴¹ <http://www2.inecc.gob.mx/sistemas/peacc/>

Cuadro 3: Proyectos, estrategias, programas o acciones de mitigación de GEI en México

Sector	Proyecto/Estrategia/Programa/Acción	Objetivo
Energía	Programa especial para el aprovechamiento de energías renovables	Promover el aprovechamiento de energías renovables.
	Programa de sustitución de equipos electrodomésticos para el ahorro de energía	Otorgar apoyos por parte del Gobierno Federal para la sustitución de refrigeradores y aires acondicionados con diez o más años de uso, por equipos nuevos ahorradores de energía y altamente eficientes.
	Programa de electrificación rural	Impulsar proyectos de electrificación rural con base en energías renovables en los estados de Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Veracruz.
	Proyecto de energías renovables a gran escala	Reducir las emisiones de GEI, así como de contaminantes locales y facilitar el desarrollo de proyectos de energía renovable.
	Captura y secuestro de carbono	Investigar sobre la captura y secuestro de carbono, ya que México cuenta con importantes potenciales de captura de carbono en el subsuelo, particularmente en mantos petroleros.
	Proyectos de reducción de emisiones de GEI bajo el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto	Identificar proyectos que potencialmente pueden cumplir con los requisitos de MDL en las áreas de eficiencia térmica, eléctrica, operativa y cogeneración.
	Programa institucional de cambio climático (PICAC) de la CFE	Presentar propuestas de proyectos considerando los requerimientos de MDL del Protocolo de Kyoto y participar en mercados internacionales de carbono.
	Infraestructura eléctrica para el aprovechamiento de fuentes renovables de energía	Fomentar el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía.
	Acciones realizadas por el Instituto de Investigaciones Eléctricas	Evaluar y aprovechar las energías renovables, realizar actividades que incluyen: el desarrollo de tecnologías adecuadas a las condiciones del país para el aprovechamiento de energías renovables incluyendo solar, eólica, mini-hidráulica, geotérmica y biomasa y;

Sector	Proyecto/Estrategia/Programa/Acción	Objetivo
		evaluación del recurso renovable del país con alta resolución.
	Programa de ahorro de energía del sector eléctrico	Impulsar proyectos de ahorro y uso eficiente de energía en inmuebles e instalaciones de la CFE.
	Programa de normalización	Regulan los consumos de energía de aparatos y sistemas que requieren de ésta para su funcionamiento, permiten el ahorro de energía a través de especificaciones técnicas de observancia obligatoria, cuyo costo-beneficio es favorable y, han probado ser el instrumento más eficaz para reducir el consumo de energía.
	Programa de ahorro de energía en instalaciones industriales, comerciales y de servicios públicos	Desarrollar proyectos relacionados con la eficiencia energética en las instalaciones industriales, comerciales y de servicios de los sectores público y privado del país, diseñadas para atender las necesidades propias de la micro, pequeña y mediana empresa; las grandes industrias y comercios intensivos en el consumo de energía, las instalaciones públicas de estados y municipios, así como las del propio Gobierno Federal.
	Guías para el ahorro de energía en la pequeña y mediana empresa	Estimar potenciales de ahorro de energía o de consumos esperados.
	Programa de ahorro de energía en la administración pública federal	Reforzar y ampliar las acciones de eficiencia energética dentro del propio sector, el cual aplica a inmuebles, a las flotas vehiculares e instalaciones industriales.
	Programa para la promoción de calentadores solares de agua	Impulsar la utilización masiva de los calentadores solares de agua en México.
	Proyectos de ahorro y uso eficiente de energía eléctrica	Aplicar medidas para la adquisición e instalación de equipos y sistemas de alta eficiencia; que permiten optimizar el uso de la energía eléctrica y procesos industriales.
	Programas de ahorro y uso eficiente de energía eléctrica	Financiar la sustitución de refrigeradores y acondicionadores de aire por equipos modernos y eficientes, así como la

Sector	Proyecto/Estrategia/Programa/Acción	Objetivo
		<p>aplicación de aislamiento térmico de viviendas.</p> <p>Promover la sustitución de focos convencionales por Lámparas Fluorescentes Compactas (LFCs) ahorradoras en el sector residencial.</p> <p>Incentivar a los desarrolladores de vivienda de interés social para incluir medidas de ahorro de energía en sus construcciones nuevas.</p> <p>Promover la certificación de equipos, materiales y tecnologías que garantizan un alto grado de eficiencia en el consumo de electricidad y una vida útil superior a la de sus equivalentes convencionales.</p>
	Programa de educación para el uso racional y ahorro de energía eléctrica (EDUCAREE)	Está orientado a la enseñanza de los niños y a propiciar el uso eficiente de la electricidad en el hogar.
	Programa de horario de verano	Tener un mayor aprovechamiento de la luz solar durante los meses de mayor insolación.
Transporte	Programa de apoyo federal al transporte urbano masivo	Proveer de recursos a ciudades para desarrollar proyectos integrales de transporte público que fomenten una movilidad urbana sustentable.
	Programa transporte limpio	Reducir el consumo de combustible, disminuir las emisiones de GEI y de contaminantes criterio a través de la promoción de mejores prácticas en el transporte de carga y de prácticas de logística.
Desarrollo Social	Transporte urbano	Reducir tiempos de desplazamiento y reestructurar las rutas de transporte de pasajeros y de carga.
	Manejo de residuos sólidos	Reducir o eliminar emisiones de GEI en rellenos sanitarios.
	Sustitución de fogones abiertos por estufas eficientes de leña	Evitar la emisión de 2.7 toneladas de CO ₂ equivalente por estufa por año.
	Programa de vivienda sustentable	Adecuar la normatividad vigente en materia de vivienda hacia el cuidado del medio ambiente. Diseñar lineamientos que permitan

Sector	Proyecto/Estrategia/Programa/Acción	Objetivo
		<p>definir y calificar a una vivienda como sustentable.</p> <p>Promover el intercambio y transferencia de tecnologías con organismos internacionales.</p> <p>Fomentar el uso de tecnologías novedosas que garanticen el cuidado al medio ambiente.</p> <p>Diseñar y desarrollar esquemas de incentivos fiscales dirigidos a los desarrolladores y usuarios de la vivienda.</p> <p>Llevar a cabo acciones de difusión para promover el uso de ecotecnologías.</p>
	Programa específico para el desarrollo habitacional sustentable ante el cambio climático	Establecer las bases para una metodología programática aplicable a proyectos de vivienda y procedimientos para estimar la línea base de emisiones, para la medición y monitoreo de consumos y estimación de reducción de las mismas.
	Hipoteca verde	Promover la adquisición de viviendas con tecnologías de eficiencia energética y agua.
Forestal	Programa proárbol	Otorga estímulos a los poseedores y propietarios de terrenos para realizar acciones encaminadas a proteger, conservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos en bosques, selvas y zonas áridas.
	Programa nacional de dendroenergía	Fomentar y apoyar el uso de la biomasa forestal para producir energía renovable, mediante aprovechamiento sustentable.
	Programa de plantaciones forestales comerciales	Fortalecer el establecimiento, cultivo y manejo de vegetación forestal en terrenos temporalmente forestales y, producir materias primas forestales destinadas a su industrialización y/o comercialización.
	Programa de desarrollo forestal comunitario	Fortalecer los esquemas comunitarios de buen manejo forestal y contribuir a que los dueños y poseedores de esos recursos forestales incrementen sus

Sector	Proyecto/Estrategia/Programa/Acción	Objetivo
		alternativas de ingreso derivadas de esta actividad.
	Estrategia nacional de reducción de emisiones derivadas de la deforestación y degradación forestal	Utilizar los mecanismos de mercado disponibles (mercado voluntario) y/o futuros (mercado regulado en el marco de la CMNUCC), para reducir las emisiones derivadas de la deforestación y degradación forestal.
	Estrategia de cambio climático y áreas Protegidas	Integrar el tema de cambio climático en la planeación, gestión y operación de las áreas protegidas, así como la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad.
	Programa de manejo del fuego en áreas protegidas	Instrumento que contiene las bases conceptuales, jurídicas y operativas para atender la presencia del fuego en áreas protegidas.
	Mercados de carbono	Integrar información técnica y social de la situación actual de cada Área Natural Protegida (ANP) y del mercado de CO ₂ . Generar y compartir conocimiento de la captura y mercadeo de CO ₂ , con las organizaciones locales dentro de la ANP. Analizar la captura de CO ₂ por actividades de deforestación evitada, reforestación y regeneración natural. Recolectar, evaluar y sistematizar la información relativa a la captura de carbono.
	Mitigación a través de la creación de nuevas áreas protegidas	Garantizar la estabilidad y mantenimiento de carbono en suelos y en la biomasa mediante la selección y decretos de nuevas áreas.
	Programa de detección temprana de puntos de calor	Proporcionar información diaria para la detección de incendios forestales y quemas agrícolas.
Agrícola y Pecuario	Conservación de suelo	Impulsar la realización de proyectos integrales con obras y prácticas de conservación y uso sustentable de suelo, agua y vegetación.
	Reconversión productiva	Fomentar el reordenamiento de la producción y el reemplazo de

Sector	Proyecto/Estrategia/Programa/Acción	Objetivo
		monocultivos por cultivos de especies perennes, leñosas, pastos y policultivos (o cultivos intercalados). Esta acción también incluye conversiones de cultivos tradicionales a frutales u otras alternativas o mejoramiento de patrones ante enfermedades que acabarían con las plantaciones.
	Cosecha en verde de caña de azúcar	Promover la mecanización de la cosecha en verde de la caña de azúcar mediante el apoyo para la adquisición y uso de cosechadoras en verde, así como la elaboración y aplicación de compostas a base de cachaza de caña para el mejoramiento de los suelos.
	Fomento a la utilización de energías renovables	Ampliar el uso de tecnologías aplicables a fuentes renovables de energía (solar, eólica y por biometano), buscando reducir costos de implementación e impulsar el desarrollo de aplicaciones productivas en el sector agropecuario.
	Tierras de pastoreo	Promover un manejo sustentable de las tierras de pastoreo y al manejo de productos derivados de la fermentación entérica y de las excretas de animales.

Fuente: Elaboración propia con información de la CICC (2009), "México Cuarta Comunicación"

En esta sección se ha mostrado la evolución institucional y de políticas públicas en torno al medio ambiente y el cambio climático ocurrida en México; se aprecia además la transición de una gestión de los recursos naturales implícita en las atribuciones de las distintas dependencias de la administración pública federal, hacia una gestión que reconoce la existencia del cambio climático y diseña diversos instrumentos para hacer frente a este problema. Esta evolución, como se verá en el siguiente apartado, ha permitido que en México existan actualmente las bases legales para el uso de "instrumentos económicos", los cuales contribuyen en esta tarea de

a mitigar las causas del cambio climático y hacer frente a sus consecuencias mediante medidas de adaptación.

2.2.2 El marco jurídico del cambio climático

Raúl Brañes (2000) define el derecho ambiental como el conjunto de reglas que se ocupan de la protección jurídica de aquellas condiciones que hacen posible la vida en todas sus formas; en este sentido se entiende que el derecho ambiental trata de la normatividad, que ha sido dispuesta para ordenar la relación del hombre con el medio ambiente. La finalidad de la intervención del derecho, en esta relación entre el hombre y los sistemas donde se desarrolla la vida, va encaminada a controlar el impacto sobre dichos sistemas.

En México la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) establece claramente el papel del Estado y la sociedad con respecto a los recursos naturales. Los artículos 4, 25, 27, 73 y 115 hacen referencia a la preservación de los recursos naturales susceptibles de apropiación, la prevención y control de la contaminación que afecte la salud humana, el cuidado del ambiente frente a su uso productivo por parte del sector gubernamental y de los sectores social y privado (Diario Oficial de la Federación, 1917).

La CPEUM establece en su artículo 4 el derecho de toda persona a tener un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar; expone que el Estado debe garantizar que se respete este derecho y también que “el daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo

provoque” (Diario Oficial de la Federación, 1917, P. 7). El artículo 25 menciona que el Estado tiene la rectoría para garantizar un desarrollo integral y sustentable y que el impulso a la actividad productiva debe sujetarse al cuidado del medio ambiente; de ser necesario un cambio en la actividad de las empresas, la nación tiene el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público. En materia ambiental se comparte la facultad para legislar con la Federación, los Estados y Municipios (competencia concurrente), es decir, se permite a los Estados y Municipios crear leyes y regulaciones en la materia, con la finalidad de que se cree un marco legal más acorde a las necesidades de cada uno (Diario Oficial de la Federación, 1917).

Carmona (1990) expone que el primer esfuerzo legislativo en materia ambiental fue la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental del 23 de marzo de 1971, en ese mismo año se adiciona en el artículo 73 una fracción la cual es el fundamento constitucional de esta ley, al otorgar facultades al Consejo de Salubridad General para prevenir y combatir la contaminación ambiental. Con base en esta ley aparecieron los reglamentos de: la Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica Originada por Humos y Polvos, del 17 de septiembre de 1971; la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas, del 29 de marzo de 1973; la Prevención y Control de Contaminación de Ruidos, del 2 de enero de 1976 y; la Prevención y Control de Vertimientos en el Mar, de 1979. En 1982, con la publicación de la Ley Federal de Protección al Ambiente, se da otro indicio de esfuerzo legal; sin embargo, esta ley se caracterizó por su inoperancia, falta de reglamentación, por ser prohibicionista y tener un fundamento constitucional muy endeble.

La enmienda constitucional de 1987 de la CPEUM, en los artículos 27 y 73-XXXIX-G permitió dar fundamento a la creación del marco legal en materia ambiental; la reforma al artículo 27 incluyó el criterio de preservación y restauración del equilibrio ecológico y en la reforma del artículo 73-XXIX-G se adicionó la facultad al Congreso de la Unión para expedir leyes que establezcan la concurrencia de los estados y municipios en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico (Carmona, 1990).

Con base en estas modificaciones constitucionales, el ex presidente de la república Miguel de la Madrid Hurtado envió, el 4 de noviembre de 1987, a la Cámara de Diputados una iniciativa de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), esta propuesta recomendaba que las acciones de preservación, restauración, control y vigilancia se resuelvan localmente y en esfuerzo conjunto de los tres niveles de gobierno, la comunidad y personas afectadas por la contaminación. La Comisión de Ecología y Medio Ambiente de la LIII Legislatura, rindió su dictamen: otorgó la naturaleza jurídica de Ley Marco a la LGEEPA y asentó el aseguramiento de un sistema jurídico de protección ecológica de carácter integral. De manera muy general se establece que la LGEEPA está estructurada en cuatro conceptos básicos: política ecológica, manejo de recursos naturales, protección al ambiente y participación social. Y para resolver los problemas ecológicos propone: establecer un cuerpo jurídico que permita la conciliación del esquema de desarrollo del país y; contar con una política ecológica de administración, gestión y aprovechamiento de los recursos naturales y, prevención y control de

la contaminación ambiental, sustentados en los principios de descentralización, coordinación y concertación administrativas (Carmona, 1990).

La LGEEPA suscitó un marco regulatorio complementario muy fortalecido; sin embargo en materia de cambio climático, hasta antes del 6 de junio de 2012, el marco jurídico era tangencial a este tema y lo integraban diversas leyes de aplicación general para los sectores productivos y actividades relacionadas con los sectores medio ambiente y energía, incluyendo algunos preceptos que pueden relacionarse con acciones para mitigar los efectos del cambio climático; entre la legislación relacionada con el medio ambiente e indirectamente con el cambio climático se encuentran:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente: sus disposiciones tienen por objeto, entre otros, propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos: tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

- Ley de Aguas Nacionales: incluye todas las disposiciones y acciones que los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios tienen la obligación de cumplir, así como fomentar la participación de los usuarios y de los particulares en la realización y administración de las obras y de los servicios hidráulicos.
- Ley Forestal: tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, aprovechamiento, manejo, cultivo y producción de los recursos forestales del país, a fin de propiciar el desarrollo sustentable.
- Ley General de Vida Silvestre: establece la concurrencia del Gobierno Federal en lo relativo a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana. Establece que el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por la ley forestal y la ley de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo.
- Ley Ambiental del Distrito Federal: tiene por objeto definir los principios mediante los cuales se habrá de formular, conducir y evaluar la política ambiental en el Distrito Federal, así como los instrumentos y procedimientos para su aplicación.
- Reglamento de la LGEEPA en Materia de la Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica: tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que se refiere a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera.
- Reglamento para Prevención y Control de la Contaminación Generada por los Vehículos Automotores que Circulan por el Distrito Federal y los Municipios de la Zona Conurbada:

tiene por objeto reglamentar la Ley General del Ecológico y la Protección al Ambiente en lo referente a la regulación del sistema de verificación obligatoria de emisiones de gases, humos y partículas contaminantes de los vehículos automotores que circulen en el territorio del Distrito Federal y los municipios de su zona conurbada.

- Reglamento del Impacto Ambiental y Riesgos en el Distrito Federal: tiene por objeto reglamentar la Ley Ambiental del Distrito Federal en materia de Impacto Ambiental y Riesgo.
- Reglamento de la Ley Ambiental del Distrito Federal: tiene por objeto garantizar la conservación, la preservación y el aprovechamiento racional de los recursos pesqueros y establecer las bases para su adecuado fomento y administración.
- Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo Petrolero: establece que corresponde sólo la Nación la exploración, la explotación, la refinación, el transporte, el almacenamiento, la distribución y las ventas de primera mano del petróleo, gas y sus derivados.
- Ley para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía: establece las razones económicas y ambientales y procura el fomento al uso de las energías renovables ante el cambio climático global relacionado a la emisión de gases de efecto invernadero y la necesidad de diversificar las fuentes primarias de energía frente al aumento y la volatilidad de los precios de los combustibles fósiles, así como su inminente agotamiento en el mediano o largo plazo.
- Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica: establece los alcances de lo que se considera el sector eléctrico y el papel del Estado dentro del mismo. Refiere que

corresponde exclusivamente a la Nación, generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público. La misma ley refiere que todos los actos relacionados con el servicio público de energía eléctrica son del orden público pero, al mismo tiempo, abre el espacio a la participación del sector privado al excluir como servicio público a, entre otros: (a) la generación de energía eléctrica para autoabastecimiento, cogeneración o pequeña producción, (b) la generación de energía eléctrica que realicen los productores independientes para su venta a la Comisión Federal de Electricidad, (c) la generación de energía eléctrica para su exportación y, (d) la importación de energía eléctrica destinada exclusivamente al abastecimiento.

- Ley de Ciencia y Tecnología: tiene por objeto regular los apoyos que el Gobierno Federal está obligado a otorgar para impulsar, fortalecer y desarrollar la investigación científica y tecnológica en general en el país.
- Ley de Energía para el Campo: establece los lineamientos para el aprovechamiento de la energía en el sector agrícola. Esta ley está relacionada con la Ley de Desarrollo Rural Sustentable que opera la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Rural.

De manera específica el cambio climático tuvo su propia ley el 6 de junio de 2012 con la publicación en el Diario Oficial de la Federación de la Ley General de Cambio Climático (LGCC), la cual se encuentra vigente a partir del 10 de octubre de 2012; esta ley es reglamentaria de las disposiciones de la CPEUM en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico. En su artículo 2, la LGCC establece que esta

tiene por objeto garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero (fracción I); regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático (fracción II); regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático (fracción III); reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno (fracción IV); fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático (fracción V); establecer las bases para la concertación con la sociedad (fracción VI); y promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono (Diario Oficial de la Federación, 2012b).

2.2.3 Fundamento jurídico de los instrumentos económicos de política ambiental

Sobre el uso de instrumentos económicos para el control de la contaminación, materia de esta tesis, éstos son definidos en la LGCC como “mecanismos normativos y administrativos de carácter fiscal, financiero o de mercado, mediante los cuales las personas asumen los beneficios y costos relacionados con la mitigación y adaptación del cambio climático, incentivándolas a realizar acciones que favorezcan el cumplimiento de los objetivos de la política nacional en la

materia”. De esta definición subyace la especificación de instrumentos de mercado, que son concebidos como “las concesiones, autorizaciones, licencias y permisos que corresponden a volúmenes preestablecidos de emisiones, o bien, que incentiven la realización de acciones de reducción de emisiones proporcionando alternativas que mejoren la relación costo – eficiencia de las mismas” (Artículo 92) (Diario Oficial de la Federación, 2012b, P. 37).

Debe tenerse en cuenta que desde la perspectiva del sistema económico, los problemas ambientales son problemas económicos y externalidades que deben corregirse, lo cual equivale a que quienes generen costos por daños ambientales los asuman. Para lograrlo se puede recurrir al establecimiento de regulaciones (aplicación coercitiva), al convencimiento y la cooperación, mediante instrumentos económicos, o bien, una combinación idónea de ellos. Así pues, el propósito de los instrumentos económicos es internalizar los costos ambientales de la actividad económica de las empresas, conseguir que los precios reflejen el uso que se hace del medio ambiente y promover que los agentes incorporen a sus funciones de bienestar motivaciones para hacer un manejo sustentable de los recursos naturales y para reducir la generación de contaminantes (Carmona, 2003).

En México, la atribución de “crear, autorizar y regular el comercio de emisiones” es dada a la federación (Artículo 7, fracción IX, P. 5), mientras que el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) está facultado para participar en el diseño de instrumentos económicos vinculados a la política nacional en materia de cambio climático (Artículo 22, fracción III). El diseño, desarrollo y aplicación de instrumentos económicos es competencia de la federación,

las Entidades Federativas y el Distrito Federal en el ámbito de sus respectivas competencias y fomentando el cumplimiento de los objetivos de la política nacional en materia de cambio climático (Artículo 91) (Diario Oficial de la Federación, 2012b). En el Artículo 21, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Diario Oficial de la Federación, 2012a) también hace referencia de la competencia de la Federación, los Estados y el Distrito Federal para aplicar instrumentos económicos mediante los cuales se buscará:

- I. Promover un cambio en la cultura de las personas que realicen actividades industriales, comerciales y de servicios, de tal manera que sus intereses sean compatibles con los intereses colectivos de protección ambiental y de desarrollo sustentable;
- II. Fomentar la incorporación de información confiable y suficiente sobre las consecuencias, beneficios y costos ambientales del sistema de precios de la economía;
- III. Otorgar incentivos a quien realice acciones para la protección, preservación o restauración del equilibrio ecológico. Asimismo, deberán procurar que quienes dañen el ambiente, hagan un uso indebido de recursos naturales o alteren los ecosistemas, asuman los costos respectivos;
- IV. Promover una mayor equidad social en la distribución de costos y beneficios asociados a los objetivos de la política ambiental y,
- V. Procurar su utilización conjunta con otros instrumentos de política ambiental, en especial cuando se trate de observar umbrales o límites de utilización de ecosistemas, de tal manera que se garantice su integridad y equilibrio, la salud y el bienestar de la población.

El propósito fundamental en la implementación de estos instrumentos económicos es el logro gradual de metas de reducción de emisiones específicas, tomando como referencia los escenarios de línea base que se establezcan y considerando los tratados internacionales suscritos en materia de cambio climático (Artículo 31, LGCC). Estas herramientas de contribución ambiental, deberán ser implantadas a través de políticas públicas que tengan como objetivo reducir las emisiones nacionales, fomentando la transición a una economía sustentable, competitiva y de bajas emisiones en carbono; se debe considerar el uso de instrumentos de mercado, incentivos y otras alternativas que mejoren la relación costo-eficiencia, que disminuyan costos económicos y promuevan la competitividad, la transferencia de tecnología y el fomento del desarrollo tecnológico (Artículo 33, fracción II) (Diario Oficial de la Federación, 2012b).

La supervivencia y rentabilidad del sector privado, no han sido desprotegidas; reafirmando la protección a la actividad productiva de las empresas, pero al mismo tiempo el incentivo al uso de instrumentos económicos, en el artículo 94 se establece que “la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con la participación de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático y el Consejo de Cambio Climático podrá establecer un sistema voluntario de comercio de emisiones con el objetivo de promover reducciones de emisiones que puedan llevarse a cabo con el menor costo posible, de forma medible, reportable y verificable” y permite a los interesados en participar de manera voluntaria en el comercio de emisiones vincular esta

actividad en mercados de carbono internacionales (Artículo 95) (Diario Oficial de la Federación, 2012b, P. 37).

Con respecto al tema de sumideros de carbono, la LGCC define un sumidero como “cualquier proceso, actividad o mecanismo que retira de la atmósfera un gas de efecto invernadero y o sus precursores y aerosoles, incluyendo en su caso, compuestos de efecto invernadero” (Artículo 3, fracción XXXII, P. 3); de acuerdo con esta ley, las dependencias y entidades de la administración pública federal, estatal y municipal, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a la captura de carbono del sector agricultura, bosques y otros usos del suelo manteniendo e incrementando los sumideros de carbono (Artículo 34, fracción III, inciso a). La LGCC también da atribuciones al INECC para “participar en la elaboración de las metodologías que se requieran para el cálculo y la integración de la información sobre las emisiones y absorciones por sumideros” (Artículo 22, fracción IX, P. 13), en la estimación de las absorciones por los sumideros se realizará cada cuatro años (Artículo 74, fracción III) y la evaluación se realizará considerando la conservación, protección, creación y funcionamiento de sumideros (Artículo 102) (Diario Oficial de la Federación, 2012b).

Así pues, es posible afirmar que en la actualidad los elementos de participación social, institucionalización y marco normativo son favorables para la implementación de un sistema de permisos de contaminación. Es necesario que, con el propósito de alcanzar objetivos ambientales y de desarrollo sustentable, las políticas ambientales sean reorientadas

paulatinamente en la aplicación y uso de instrumentos económicos, los cuales recientemente han sido incluidos en el marco normativo y la operatividad institucional. La política ambiental nacional debe considerar que si bien las leyes y los reglamentos relativos son importantes, por sí solos no resuelven los problemas; una política económica en materia ambiental también desempeña un papel destacado en la configuración de las actitudes y comportamientos de los agentes económicos que perturban el medio ambiente. Con un enfoque económico se da cabida a la aplicación de los principios “el que contamina paga” y “el que utiliza los recursos naturales paga”, esto mediante la búsqueda de soluciones eficientes (minimizar costos), fomentando la aplicación de medidas de prevención y control de la contaminación, promoviendo innovaciones tecnológicas y permeando el comportamiento de uso racional de los recursos naturales a la sociedad.

3 PERMISOS DE CONTAMINACIÓN NEGOCIABLES

Antes de desarrollar el marco teórico de los permisos de contaminación, es menester exponer brevemente cuáles son las posibles medidas que se pueden adoptar en el control de la contaminación atmosférica. Vega y Gallardo (S/F) establecen que existen al menos, tres alternativas de control de contaminación, éstas son: la innovación tecnológica, la normativa y la económica. Dentro de la categoría de innovación tecnológica se precisa que, en la búsqueda de que los aportes tecnológicos contribuyan a la reducción de la contaminación se han logrado importantes avances, tales como: las tecnologías de control de emisiones, los equipos anticontaminantes, el uso de nuevas técnicas que ahorran energía o que recirculan, reutilizan y reciclan los materiales y residuos dentro de los procesos industriales, la mayor calidad de los combustibles fósiles, sus menores concentraciones de tóxicos y la mayor eficiencia de los procesos de combustión. Así pues, en la categoría de innovación tecnológica se debe promover el ahorro y la sustitución de fuentes de energía, la sustitución de insumos y la modificación de los procesos productivos y; buscar que esto dé como resultado que las actividades industriales sean más limpias. La categoría normativa se refiere al conjunto de leyes y reglamentos que establecen los límites máximos permisibles de emisión proveniente de fuentes industriales, en México el uso de la normatividad ambiental consiste en la vigilancia, el control y la inspección de fuentes de emisión; sin embargo se advierte que esto podría llevar a una situación paradójica, la totalidad de los establecimientos industriales podrían estar cumpliendo con la normatividad ambiental y, sin embargo, la contaminación atmosférica proveniente de fuentes industriales continuaría aumentando y acumulándose, si se considera que aumenta el número

de establecimientos. Además la literatura establece que el control de la contaminación a través del enfoque normativo podría ser una solución eficaz, más no eficiente, al imponerse la restricción ambiental es posible que las empresas no puedan implementar alguna medida tecnológica que las conduzca a cumplir con la norma, bajo esta situación la empresa optaría por el cierre de operaciones. La solución económica promueve la implementación de acciones ambientalmente efectivas y económicamente eficientes; los instrumentos económicos pueden ser de carácter fiscal (derechos, impuestos, estímulos), financiero (fianzas, seguros, garantías, créditos) o de mercado (permisos negociables de contaminación, sistemas depósito-reembolso, sobrepagos).

Es preciso señalar que estos instrumentos pueden ser complementarios a las normas ambientales o entre ellos mismos. El propósito de utilizar las soluciones económicas es internalizar los costos ambientales de las empresas, además, a través de ellas es posible corregir las fallas o distorsiones de los mercados e ineficacias de ciertas políticas públicas; los instrumentos económicos introducen a la actividad económica el principio de “el que contamina paga” o bien, el de “contaminar cuesta”; con esto es posible modular los perfiles del consumo y de la producción y generar incentivos para dejar de contaminar, los instrumentos económicos son medidas de contaminación ambiental más eficientes debido a que permiten a las empresas optimizar los costos de reducción de contaminación.

De la sección anterior se estableció que las condiciones políticas nacionales parecen perfilarse a favorecer y propiciar que se emprendan acciones para enfrentar el cambio climático, con la Ley

General de Cambio Climático (LGCC) publicada el 6 de junio de 2012, el marco legal de los instrumentos económico-ambientales se fortaleció, al considerar que el “uso de instrumentos económicos en la mitigación, adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático incentiva la protección, preservación y restauración del ambiente; el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, además de generar beneficios económicos a quienes los implementan” (Artículo 26, fracción IX) (Diario Oficial de la Federación, 2012b, P. 15). En este apartado se exponen los antecedentes y fundamento teórico de los permisos de contaminación, su definición, cuáles son las fases de implementación, los métodos por los cuáles se puede llevar a cabo su asignación, las modalidades para llevar a cabo su intercambio, los criterios de decisión a considerar, los modelos económicos y el análisis gráfico; en estos elementos y la evidencia empírica se sustenta el argumento a favor de la propuesta de aplicación de esta tipo de medida de política ambiental (Vega y Gallardo, S/F).

3.1 Antecedentes teóricos

El uso de instrumentos económicos en política ambiental surgen como propuesta del pensamiento económico neoclásico, en 1920 Arthur Cecil Pigou señaló que una de las maneras, no la única, de corregir las externalidades (contaminación), cuando no existen relaciones contractuales entre quien la causa y los afectados, es que el Estado impulse o restrinja, a través de primas o impuestos, las inversiones en dichas actividades; años después, Ronald Coase (1960) redefinió el enfoque de Pigou e introdujo el concepto de los derechos de propiedad, planteó que los efectos dañinos sean considerados como un factor de la producción

(internalizarlos) (Citado por Tietenberg, S/F); Crocker (1966) propuso la intervención del gobierno para determinar un límite del nivel de emisiones, permitir que el mercado fije el precio por unidad de contaminación y las empresas establezcan el grado de reducción de la contaminación considerando sus propios costos de abatimiento; esta idea fue popularizada por Dales en 1968 y años más tarde, a través del teorema de minimización de costos, Baumol y Oates (1971) resolvieron el problema de minimizar el costo en un determinado nivel de contaminación, sostienen que, para alcanzar un nivel de producción, además de un cierto nivel de calidad ambiental, la utilización de impuestos (o subsidios) inducirán la variación necesaria en el esquema productivo del mercado que permitirá producir al menor costo posible para la sociedad.

3.2 Definición

Los permisos de contaminación negociables son definidos por la OCDE como:

“Cuotas medioambientales o autorizaciones asignadas sobre los niveles de contaminación o de uso del entorno que, una vez fijadas y atribuidas por la autoridad competente, pueden ser negociadas e intercambiadas por sus titulares respetando un marco predeterminado” (Citado por Butze, 2006).

3.3 Fases de implementación

La implementación de los permisos de contaminación negociables consiste básicamente en las siguientes fases:

1. La administración pública establece los límites de contaminación permisibles, fundamentados en los estudios técnicos que satisfacen un determinado objetivo ambiental.
2. El Estado genera y distribuye la cantidad necesaria de permisos negociables que permitirán cumplir con los niveles de contaminación admisibles.
3. Las empresas tienen permitido contaminar en función de los derechos de propiedad de emisión de contaminantes que posean, también las empresas tienen permitido realizar negociaciones con los permisos.
4. Adoptando este instrumento económico de política ambiental, la administración pública alcanzará el objetivo deseado. Las empresas con costos altos para reducir o abatir la contaminación buscarán adquirir permisos siempre que su precio esté por debajo de sus costos marginales de reducción⁴². Por otra parte, las empresas con costos de abatimiento muy bajos estarán interesadas en vender sus permisos, siempre que les paguen más de lo que a ellas les costaría reducir sus emisiones correspondientes. En cuanto mayor sea el número de empresas que deseen adquirir permisos y mayor sea el número de empresas dispuestas a venderlos, el mercado tendrá un precio único de

⁴² Los permisos de contaminación negociables fueron definidos e implementados por la corriente neoclásica de la teoría económica, por lo tanto sus argumentos son marginalistas.

equilibrio y el efecto será que las empresas se moverán a lo largo de la curva de abatimiento hasta que el costo de reducir la última unidad de contaminante sea igual al precio de equilibrio del permiso. Las empresas tendrán incentivos a reducir sus niveles de contaminación en dos sentidos, primero no tendrán que comprar los permisos adicionales necesarios y segundo pueden vender los que ya no les sean útiles.

3.4 Métodos de asignación

Azqueta (2002) señala que cuando se haya acordado el volumen de permisos que se van a otorgar, se pueden utilizar varios mecanismos para su distribución:

- Subasta: es el procedimiento más eficiente de asignación, ya que además de ser compatible con el principio “el que contamina paga”, permite rápidamente fijar el precio de equilibrio. También facilita un ajuste suave de los permisos, en una primera etapa la agencia ambiental puede vender un número más alto de permisos para no poner en riesgo la supervivencia de algunas empresas. Posteriormente el exceso de permisos puede ser retirado mediante la recompra que haga la agencia ambiental. Esta transacción puede realizarse con los ingresos adquiridos de la venta de permisos en la primera etapa.
- Asignación directa sin contrapartida: consiste en repartir sin ningún costo los permisos entre las fuentes emisoras, comúnmente este reparto de permisos se ha llevado a cabo

adoptando una política de “respeto a los mayores”⁴³. La distribución de los permisos se realiza entre empresas ya establecidas en función, por ejemplo, de sus niveles históricos de emisiones (cláusula de anterioridad). Esta política beneficia a las empresas que generan más contaminación, por ser muy probablemente, antiguas y obsoletas y, que por estos motivos también tienen más dificultades de adaptación.

3.5 Modalidades de intercambio

A principios de la década de 1980, Estados Unidos estableció un programa de intercambio de emisiones. La agencia ambiental estadounidense (EPA) determinó los límites permisibles de contaminación para algunas regiones, los niveles de emisión podían reducirse gradualmente. En cada etapa, la región en conjunto debía cumplir con las restricciones especificadas. Se otorgaron incentivos por medio de certificados (permisos) de reducción de emisiones (ERC) para lograr un nivel de contaminación por debajo de los requerimientos legales. Field (1995) señala que dichos certificados se podían negociar de distintas formas, originando las siguientes modalidades de intercambio.

- Burbuja⁴⁴: consiste en encapsular imaginariamente la planta de una empresa o zona geográfica, considerándola como una única fuente de emisiones, la administración fija un límite de las emisiones en conjunto y permite a las empresas contaminadoras asignar

⁴³ Interpretación del término en inglés grandfathering.

⁴⁴ Traducción del término en inglés bubble.

libremente la reducción de emisiones entre las diversas fuentes o en cualquier punto de su proceso de producción. La única condición es que se respete el límite global establecido.

- Neteo⁴⁵: esta modalidad se dirige a las fuentes de emisión ya existentes que van a ser modificadas y pretenden evitar la aplicación de normas más estrictas, si fueran consideradas como fuentes nuevas de emisión serían sujetas de estándares más rigurosos. De este modo, se permite a las fuentes modificadas, el incumplimiento de normas más restrictivas con la condición de que las emisiones netas totales no sobrepasen el nivel de contaminación existente antes de la modificación. Los ERC se pueden transferir entre plantas con la misma infraestructura. El incremento de emisiones de las nuevas fuentes debe compensarse con la reducción de contaminantes provenientes de las fuentes existentes.
- Compensaciones⁴⁶: consiste en autorizar a nuevas fuentes de emisión operar en zonas donde no se cumplen los estándares ambientales, dicha autorización se otorga siempre y cuando la nueva fuente de emisión haya adquirido ERC de fuentes de la zona. Las nuevas emisiones contaminación serán compensadas mediante la reducción de emisiones de los focos de contaminación ya existentes.
- Operaciones bancarias⁴⁷: las empresas pueden ahorrar la totalidad o parte de los ERC en una cámara de compensación para su uso o venta en el futuro.

⁴⁵ Traducción del término en inglés netting.

⁴⁶ Traducción del término en inglés offset.

⁴⁷ Interpretación del término en inglés banking.

- Línea base y crédito⁴⁸: sistema en el cuál las empresas con emisiones menores al límite establecido obtienen ERC por una cantidad igual a la diferencia entre el nivel permisible y la emisión real, antes de que estos sean comercializados, los certificados de reducción de emisiones pueden ser negociados libremente.
- Comercio cerrado: consiste en que la autoridad ambiental establece el máximo de emisiones permitidas al conjunto de empresas contaminadoras en cierta zona y durante un tiempo determinado. Posteriormente la autoridad ambiental otorga y distribuye las concesiones de emisión, éstas pueden ser compradas y vendidas libremente. Al término del periodo las empresas involucradas en el programa deben entregar a la autoridad competente las concesiones que posean, dichas concesiones deben cubrir la cantidad de emisiones que la empresa generó en ese periodo. Si alguna empresa no presenta las concesiones suficientes para compensar las emisiones excedentes, la autoridad ambiental impondrá una sanción.

Bajo cualquier modalidad de intercambio de permisos, las empresas tienen la libertad de utilizar cualquier estrategia que les permita alcanzar el objetivo ambiental al menor costo posible, es decir, las empresas tienen la posibilidad de elegir reducir sus emisiones ó comprar y vender concesiones. Por consiguiente, la empresa puede ajustar su estrategia en respuesta a cambios tecnológicos que les permitan disminuir sus costos de reducción o a las condiciones del mercado en función del precio de equilibrio de los permisos.

⁴⁸ Interpretación del término en inglés cap and trade.

3.6 Criterios de decisión

Los permisos de contaminación negociables serán seleccionados como alternativa de solución al problema ambiental cuando se haya determinado que es la medida que resuelve el problema de la mejor forma posible. Para llegar a esta determinación Romo, Romero y Samaniego (2005) argumentan que se deben considerar los siguientes criterios:

- Eficacia: es el grado en el que se alcanza el objetivo ambiental sin ocasionar otros problemas de degradación del entorno natural.
- Eficiencia: considerar los costos en los que se incurre para conseguir el objetivo fijado, es necesario analizar los gastos de búsqueda de información, vigilancia y control de los permisos. Así mismo determinar la afectación sobre las variables económicas sensibles a la implementación de esta medida.
- Flexibilidad: es de vital importancia que los permisos de contaminación negociables puedan ajustarse a los posibles cambios de la situación original sin ocasionar grandes trastornos.
- Equidad: cuantificar los impactos redistributivos de esta medida de política ambiental, determinar la afectación que sufren algunos sectores o agentes y los beneficios que reciben otros.

3.7 Problemas principales

Martínez y Roca (2000) sostienen que desde que se propusieron como medida de política ambiental los permisos de contaminación negociables han sido cuestionados, a continuación se mencionan algunos argumentos de oposición a los permisos:

- Poder de mercado⁴⁹: las empresas son susceptibles a ejercer poder de mercado por dos razones: por un lado, si las empresas que reciben los permisos son pocas pueden restringir la venta de los derechos a contaminar para elevar el precio; por otro lado, bajo el mismo escenario de pocas empresas, éstas pueden adoptar una estrategia de reducir la demanda de permisos para disminuir el precio. Desde el punto de vista ambiental estas conductas son benéficas ya que se induce a las empresas a mejorar las condiciones tecnológicas que permitan reducir la emisión de contaminantes.
- Reconocimiento del derecho a contaminar: reconocer los derechos de propiedad a favor de los contaminadores genera rechazo en dos sentidos: primero, el rechazo que surge de las posturas éticas contrarias a aceptar este tipo de derechos; segundo, la dificultad de reducir, en caso de que sea necesario, la cantidad de los permisos.
- Administración, vigilancia y control: se recomienda que al momento de definir el instrumento económico de política ambiental se realice la evaluación exacta de los costos de recursos humanos y financieros que generará la puesta en práctica y operación de la política.

⁴⁹ Se define como la capacidad de una empresa de influir sobre el precio en un mercado.

3.8 Fundamentos teóricos

El análisis económico plantea que la manera de lograr que los agentes económicos modifiquen su comportamiento es que tengan en cuenta las externalidades ambientales en la toma de decisiones; los instrumentos económicos de política ambiental proveen señales de mercado que influyen sobre el comportamiento de los agentes económicos al modificar los costos y beneficios asociados a las alternativas que aquéllos disponen. Su rasgo básico es que dejan libertad de acción para elegir cómo responder al estímulo económico y su ventaja principal es lograr una mayor eficiencia estática, ya que cada agente económico puede diseñar la solución menos costosa de acuerdo a su estructura productiva (Galperín, S/F). Esta minimización de costos en un determinado nivel de contaminación fue resuelta por Baumol y Oates (1971) a través del teorema de minimización de costos, sostienen que, para alcanzar un nivel de producción, además de un cierto nivel de calidad ambiental, la utilización de impuestos (o subsidios) inducirán la variación necesaria en el esquema productivo del mercado que permitirá producir al menor costo posible para la sociedad; no obstante que su argumentación es respecto a impuestos o subsidios, puede ser aplicable a un sistema de permisos de contaminación negociables.

En 1972, Montgomery propuso formalmente los argumentos para probar el equilibrio del mercado de permisos, considerando el criterio de costo-efectividad; con este antecedente teórico, Butze (2006) construye modelos económicos simplificados los cuales se presentan a continuación.

3.9 Modelos.

Los modelos que se presentan a continuación tienen como objetivo facilitar la comprensión del funcionamiento de un sistema de permisos negociables, cabe aclarar que existen modelos matemáticos más robustos que consideran más restricciones y variables.

3.9.1 Enfoque de la agencia ambiental

El modelo propuesto por Butze (2006) y que se expone a continuación, parte de considerar que la autoridad ambiental debe determinar el nivel de contaminación eficiente de la zona, este límite es inferior al nivel de emisiones de las fuentes. A fin de solucionar el daño ambiental, la autoridad ambiental ejecutará un sistema de permisos negociables, emitirá una cantidad fija de permisos y los distribuirá entre las empresas contaminantes de la zona. Dicha cantidad corresponde a la oferta de permisos S^* , que es perfectamente inelástica ya que el número de permisos no será alterado ante cambios en el precio. Se expedirán $Q = s^*$ debido a que se considera una relación de 1:1 entre la unidad de emisión y la unidad de permiso.

Por tanto, el problema de la autoridad ambiental radica en determinar el límite S^* de las emisiones totales en la zona de control ambiental, condicionado a que el límite se ubique por debajo del nivel de concentración A_j actual.

$$A_j = \sum_{i=1}^n (e_{ij} - x_{ij}) + \zeta \quad (1)$$

Dónde:

A_j : es la concentración de la contaminación en cualquier región receptora j

$e_{ij} - x_{ij}$: son las emisiones netas de las diversas fuentes contaminadoras

e_{ij} : representa las emisiones de la fuente i en la región j .

x_{ij} : son las reducciones de las emisiones de la fuente i en la región j para el mismo tiempo

ζ : son las emisiones en el ambiente generadas con anterioridad

Por otra parte, si los costos de reducción solo dependen de reducir las emisiones, la función de costo se representaría por:

$$C_{ij} = C_{ij}(x_{ij}) \quad (2)$$

Dónde:

C_{ij} : son los costos de reducir las emisiones de la fuente i en la región j .

x_{ij} : son las reducciones de las emisiones de la fuente i en la región j para el mismo tiempo.

El planteamiento del problema es:

$$\text{Min } \sum_{i=1}^n C_{ij}(x_{ij}) \quad (3)$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n (e_{ij} - x_{ij}) + \zeta \leq S^* \quad (4)$$

Y

$$x_{ij} \geq S^* \quad (5)$$

La ecuación (3) indica que se debe minimizar la sumatoria de los costos de reducción de las empresas. La restricción (4) implica que la suma de las emisiones que se habían generado con anterioridad con la sumatoria de las emisiones netas de las fuentes de la zona de control, no debe exceder el límite fijado de emisiones. La ecuación (5) establece el límite en el cual las reducciones de las emisiones de las fuentes de la zona deberán ser mayores o iguales al límite establecido.

Dada la restricción establecida, la solución al problema de minimización de costos se puede plantear formulando el Lagrangiano (L):

$$L = \sum_{i=1}^n C_{ij}(x_{ij}) + \lambda[S^* - \sum_{i=1}^n (e_{ij} - x_{ij}) + \zeta] = 0 \quad (6)$$

Las condiciones necesarias de Kuhn-Tucker permitirán encontrar la solución óptima al problema de minimización, éstas son:

$$\frac{\partial L}{\partial x_{ij}} : \sum_{i=1}^n C_{ij}' - \lambda \geq 0 \quad (7)$$

$$x_{ij}(\sum_{i=1}^n C_{ij}' - \lambda) = 0 \quad i = 1,2,3, \dots, n \quad (8)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} : \sum_{i=1}^n (e_{ij} - x_{ij}) + \varsigma \leq S^* \quad (9)$$

$$\lambda[S^* - \sum_{i=1}^n (e_{ij} - x_{ij}) + \varsigma] = 0 \quad (10)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad i = 1,2,3, \dots, n \quad \lambda \geq 0 \quad (11)$$

La interpretación económica de λ es considerarlo como un precio de eficiencia de la restricción de la contaminación. Por otra parte, cuando los costos marginales de reducción C_{ij}' se igualan al valor de λ se establece la condición de eficiencia. Por lo tanto se requiere que el nivel permitido de emisiones⁵⁰ S^* sea igual al precio de eficiencia λ .

3.9.2 Enfoque de la empresa.

⁵⁰ Representa la oferta de permisos ambientales Q .

Dados los supuestos y considerando que cada empresa recibe una dotación inicial de permisos e_i^0 , la oferta de permisos debe ser igual a la sumatoria de las emisiones netas de todas las empresas de la zona.

$$Q = \sum_{i=1}^n (e_{ij} - x_{ij}) = \sum_{i=1}^n e_i^0 \quad (12)$$

Considere un escenario en el que el precio P se fija arbitrariamente, la empresa minimizará su costo de reducción de emisiones, dada la dotación inicial de permisos y el precio establecido de los mismos. Consecuentemente las emisiones netas multiplicadas por su precio de mercado deberán ser menores o iguales al valor de mercado de la dotación inicial.

$$P(e_{ij} - x_{ij}) \leq P e_i^0 \quad (13)$$

El problema de la empresa es:

$$\text{Min } C_{ij}(x_{ij}) + P(e_{ij} - x_{ij} - e_i^0) \quad (14)$$

La solución al problema de minimización de costos de reducción de contaminación para la empresa, se puede plantear formulando el Lagrangiano (L).

$$L = C_{ij}(x_{ij}) + P(e_{ij} - x_{ij} - e_i^0) = 0 \quad (15)$$

Condiciones necesarias de solución al problema de la empresa:

$$\frac{\partial L}{\partial x_{ij}} : C_{ij}'(x_{ij}) - P \geq 0 \quad (16)$$

$$x_{ij}[C_{ij}'(x_{ij}) - P] = 0 \quad (17)$$

$$\frac{\partial L}{\partial P} : e_{ij} - x_{ij} - e_i^o \leq 0 \quad (18)$$

$$P(e_{ij} - x_{ij} - e_i^o) = 0 \quad (19)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad (20)$$

Al comparar las ecuaciones (7), (8), (9) y (10) con las (16), (17), (18) y (19), es posible afirmar que la solución para un mercado competitivo es idéntica si P es igual a λ . Es decir, la solución al problema de minimización de costos se logra desde el enfoque de la autoridad ambiental o el de la empresa.

La cantidad “eficiente” de emisiones.

La cantidad “eficiente” de emisiones está determinada por la igualdad del costo marginal de reducción⁵¹ de la contaminación $CMR_{ij}(e_{ij})$ y el costo marginal del daño ocasionado $CMS_{ij}(e_{ij})$. Asimismo, se puede establecer que los daños marginales sociales⁵², son inversamente proporcionales al cambio que sufre el costo marginal de reducción⁵³, al variar las emisiones de las fuentes i .

$$CMR_{ij}(e_{ij}) = -CMS_{ij}(e_{ij}) = P = \lambda \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (21)$$

Si el precio de los permisos P es mayor que el costo marginal de reducción, la empresa venderá permisos y disminuirá sus emisiones. Por el contrario, si el precio es menor al costo marginal de reducción, la empresa comprará permisos y aumentará sus emisiones. El equilibrio se encuentra cuando el precio es igual al costo marginal de reducción, en este punto el objetivo ambiental ha sido alcanzado al menor costo posible para las empresas.

3.10 Análisis gráfico

A fin de simplificar la representación gráfica de la implementación de un sistema de permisos de contaminación negociables se hace el supuesto que solo 2 empresas son las fuentes de emisión de contaminantes.

⁵¹ Corresponde en la derivación matemática a C_{ij}' .

⁵² $CMS_{ij}(e_{ij})$.

⁵³ $CMR_{ij}(e_{ij})$.

En la gráfica 10 se plantea el equilibrio de mercado de un sistema de permisos negociables. En el eje horizontal se representan el nivel de emisiones e y el número de permisos Q . Cada uno de los permisos autoriza a su poseedor a emitir una unidad de contaminante. En el eje vertical se representan el precio de los permisos y el costo marginal de reducción.

La función de costo marginal de las empresas 1 y 2 está representada por las funciones CMR_1 y CMR_2 , respectivamente. Es posible interpretar a las curvas CMR_i ($i = 1$ y 2) como la función de demanda de permisos de las empresas. La suma de las curvas CMR_1 y CMR_2 , representa la función de demanda agregada CMR .

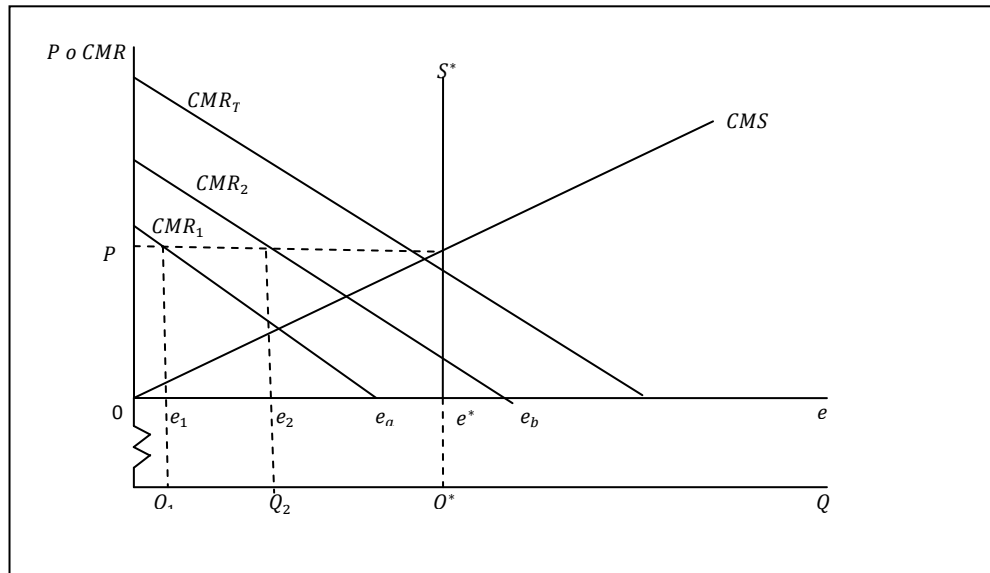
El costo marginal social CMS representa el costo del daño⁵⁴ trasladado a la sociedad, derivado de la actividad productiva de las empresas. La cantidad fija $(Q^*, 0)$ de permisos expedidos por la autoridad ambiental están representados por la curva de oferta S^* , que como se explicó anteriormente, es perfectamente inelástica debido a que la cantidad de permisos permanece constante ante cualquier variación del precio.

El precio de equilibrio de los permisos P^* está determinado por la interacción entre la oferta y la demanda. La disponibilidad de la empresa a pagar por un permiso adicional, tiene como límite superior el costo en el que incurre al evitar una emisión del contaminante. Cada empresa comparará su costo marginal de reducir las emisiones CMR_i con el precio de equilibrio de los permisos P^* . Si $P^* \geq CMR_i$ la empresa tendrá incentivos de mejorar su infraestructura

⁵⁴ Es decir, el costo marginal de la externalidad negativa. La externalidad negativa se produce cuando las acciones de un agente reducen el bienestar de otro.

tecnológica con el objetivo de disminuir las emisiones de contaminantes hasta que el costo marginal de reducción sea igual al precio de los permisos. Si $P^* \leq CMR_i$ la empresa comprará permisos ya que le cuesta menos comprarlos que reducir sus emisiones.

Gráfica 10: Equilibrio de mercado en un sistema de permisos de contaminación negociables.



Fuente: Elaboración propia basada en artículo de Butze (2006).

La empresa 1, en ausencia de un sistema de permisos que controle el nivel de contaminación, emitirá unidades de contaminación hasta e_a , con la implementación del sistema y una vez que se haya establecido el precio de equilibrio P^* , la empresa 1 reducirá sus emisiones al nivel e_1 ; por tanto demandará Q_1 permisos. Gracias a que la empresa 1 enfrenta costos bajos de reducción de emisiones, estará interesada en vender permisos.

Análogamente, en ausencia del sistema, la empresa 2 generaría e_b unidades de contaminación, con la aplicación del mismo y fijado el P^* , la empresa 2 disminuirá sus emisiones a e_2 y;

demandará Q_2 permisos. Debido a que la empresa 2 tiene costos más altos de reducción de emisiones, estará interesada en comprar permisos.

La autoridad ambiental tiene que definir cuántos permisos emitirá y como realizará la distribución, si desconoce las curvas de costos de reducción de las empresas involucradas desconocerá también el impacto de la medida, poniendo en riesgo la supervivencia de las empresas. Un número reducido de permisos conduciría a precios de equilibrio muy altos, es posible que algunas empresas no puedan reducir sus emisiones y tampoco comprar permisos y se vean obligadas a cerrar.

Por otra parte, si la autoridad ambiental considera que es necesario mejorar la calidad ambiental, puede intervenir en el mercado otorgando una menor cantidad de permisos en el periodo subsecuente⁵⁵ o bien retirándolos del mercado a través de la compra. La desventaja es que esta medida afecta negativamente la situación financiera de la autoridad ambiental o el Estado.

En resumen, gráficamente se demostró que, aplicar un sistema de permisos negociables como medida de política ambiental permite conseguir los objetivos ambientales de control y/o saneamiento del medio ambiente minimizando los costos de las empresas involucradas.

⁵⁵ La curva de oferta se desplaza hacia la izquierda, es decir, se contrae.

3.11 Evidencia empírica

3.11.1 Estados Unidos

3.11.1.1 Sistema de permisos de contaminación negociables de SO₂

En el año de 1990 en Estados Unidos se dio a conocer una disposición legal llamada Clean Air Act Amendment, en el título IV de dicha disposición se propuso reducir en 10 millones de toneladas las emisiones de SO₂⁵⁶ hacia finales de 2005 y considerando como referencia la situación que prevalecía en 1980. Implicaba reducir a la mitad las emisiones, con lo que se esperaba solucionar el problema de la lluvia ácida⁵⁷. La Agencia Ambiental implementó los permisos de contaminación negociables para reducir las emisiones, los permisos se repartieron entre las empresas contaminadoras considerando sus emisiones históricas, la agencia conservó un pequeño volumen para subastarlos. Cada uno de los títulos permitían la emisión de una tonelada al año durante 5 años, las empresas que contaminaran más de lo permitido serían sancionadas por 2 000 dólares por cada tonelada (Stavins, 1998).

Las empresas redujeron sus emisiones de SO₂ y sólo utilizaron entre un 45% y un 50% de los permisos, conservaron un 35% para sus emisiones futuras y vendieron el porcentaje restante; dadas estas cifras es posible decir que los resultados del programa de permisos negociables

⁵⁶ Dióxido de azufre: es un gas incoloro de olor característico, constituido por un átomo de azufre y dos átomos de oxígeno.

⁵⁷ La lluvia ácida se forma cuando la humedad se combina con óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre; por la interacción con el vapor de agua éstos gases forman ácidos sulfúricos y ácidos nítricos, a través de las precipitaciones estas sustancias químicas caen a la tierra constituyendo la lluvia ácida.

fueron positivos. Stavins (1998) comenta el sistema de permisos representó un ahorro de mil millones de dólares.

3.11.1.2 Sistema de permisos de contaminación negociables de Clorofluorocarbonos

En 1988 más de 30 países suscribieron el protocolo de Montreal, dicho protocolo es un convenio cuyo objetivo es la protección de la capa de ozono⁵⁸ a través del control de emisiones de clorofluorocarbonos (CFC⁵⁹) y halones⁶⁰ en la atmósfera; en este acuerdo internacional se estableció el compromiso de reducir gradualmente el consumo de CFC hasta eliminarlo por completo en 1996 y no sobrepasar el consumo de halones de 1988.

Los CFC se utilizan en una gran variedad de productos y procesos industriales, por ejemplo, en refrigeradores, la industria electrónica y todavía como propulsores de aerosoles. En 1996 Estados Unidos implementó una serie de medidas para eliminar el consumo de CFC, éstas fueron: régimen de permisos intercambiables que incluía a fabricantes e importadores, impuestos sobre la venta de productos químicos que dañan la capa de ozono, cambios a la normatividad que fomenta la preservación de la ozonósfera y desarrollo de alternativas (Jacobs, 1996).

⁵⁸ La capa de ozono (ozonósfera) es la zona de la estratósfera terrestre que contiene una concentración relativamente alta de ozono. Su deterioro permite la entrada de más luz ultravioleta a la tierra, esto provoca un efecto nocivo a la salud, por ejemplo, mayor incidencia de cáncer en la piel.

⁵⁹ Clorofluorocarbonos (CFC): nombre genérico de un grupo de compuestos que contienen cloro, flúor y carbono. Su volatilidad y estabilidad química provocan que se acumulen en la atmósfera alta, donde su presencia causa la destrucción de la capa de ozono.

⁶⁰ Los halones son compuestos formados por bromo, flúor y carbono. Tienen gran capacidad de dañar la capa de ozono debido a que contienen bromo. Los hidrocarburos halogenados son destinados al uso como agentes extintores.

El régimen de permisos negociables ofreció bonificaciones a los importadores y productores de CFC y productos halogenados, con base en la participación de mercado de 1986. Inicialmente se otorgaron concesiones a menos de 30 empresas, éstas podían intercambiar los permisos entre sí, gradualmente el sistema de permisos limitó y redujo el uso de CFC. Conforme se contrajo la oferta de CFC, las empresas racionaron la producción minimizando costos (Jacobs, 1996).

La implementación del sistema de permisos negociables aunado al incremento gradual del impuesto del ozono y otros compuestos, aumentaron considerablemente el precio de los CFC y disminuyó la cantidad demandada de estos compuestos. Rápidamente se encontraron los sustitutos de los CFC, las reducciones en el consumo se realizaron antes de los tiempos establecidos legalmente. La aplicación de los dos instrumentos económicos (permisos e impuestos) para eliminar el consumo de CFC, estimuló y alcanzó, conjuntamente con las otras medidas, el objetivo ambiental establecido, con bajos costos económicos (Jacobs, 1996).

3.11.2 Dinamarca

3.11.2.1 Sistema de permisos de contaminación negociables de CO₂

En el protocolo de Kyoto, Dinamarca se comprometió a reducir en un 21% las emisiones causantes del efecto invernadero. Para cumplir dicho objetivo, se han puesto en marcha varias

acciones, la más destacada es la reforma eléctrica, el sector eléctrico causa el 33% de las emisiones de gases de efecto invernadero.

El sistema de permisos de contaminación negociables se aplicó a las empresas generadoras de energía eléctrica que emiten anualmente más de cien mil toneladas de dióxido de carbono; esta cantidad de emisiones hace que el sistema de permisos se limite a 8 empresas (López-Guzmán y Lara, 2004).

Se determinó el número máximo de emisiones de dióxido de carbono para el periodo 2001-2003; en el año 2001 la cantidad máxima permisible de este contaminante fue 22 millones de toneladas, en 2002 fue 21 millones y en 20 millones en 2003. Estos valores suponen una reducción de emisiones de un 24% a un 33%. La distribución de los permisos consideró como criterio de asignación la eficiencia en la producción eléctrica. Cada una de las ocho empresas tenía conocimiento del límite de toneladas de contaminante que podía emitir, pero al mismo tiempo tenía la posibilidad de comprar y vender derechos a contaminar. Si las empresas exceden sus límites permisibles deben pagar una sanción de 40 coronas danesas⁶¹ por tonelada de CO₂ excedido. Las empresas que emitían menos de lo permitido optaron por guardar sus derechos para el próximo año, el precio fue ligeramente inferior a 40 coronas danesas. Los costos de administración del sistema de permisos son pagados por las empresas sujetas a los

⁶¹ 40 coronas danesas equivalen aproximadamente a \$9,800(pesos mexicanos), con fecha 21 de mayo de 2009.

mismos a una tasa de 0.079 coronas danesas⁶² por cada tonelada de dióxido de carbono (López-Guzmán y Lara, 2004).

Este sistema ha permitido cumplir el límite de emisiones establecido por el gobierno, el objetivo medioambiental se ha logrado. La compraventa de permisos se ha desarrollado correctamente con un precio muy aproximado a las sanciones aplicables. Por tanto, el sistema de permisos negociables ha funcionado bien desde el enfoque ambiental y el económico (López-Guzmán y Lara, 2004).

La gráfica 11 muestra el comparativo de las emisiones⁶³ de dióxido de carbono por uso de energía entre México y Dinamarca durante el periodo 1995 a 2003; es posible observar que la cantidad de contaminantes emitidos por México son en promedio 6.2 veces mayores que en el país europeo. Por otra parte se hace notar que la cantidad de CO₂ en México se ha incrementado con el transcurso del tiempo, mientras que en Dinamarca se ha estabilizado.

Sin embargo, pese a los resultados, los permisos no han tenido gran aceptación. Hanh (1989) da una explicación de los motivos por los cuales los permisos no son bien admitidos:

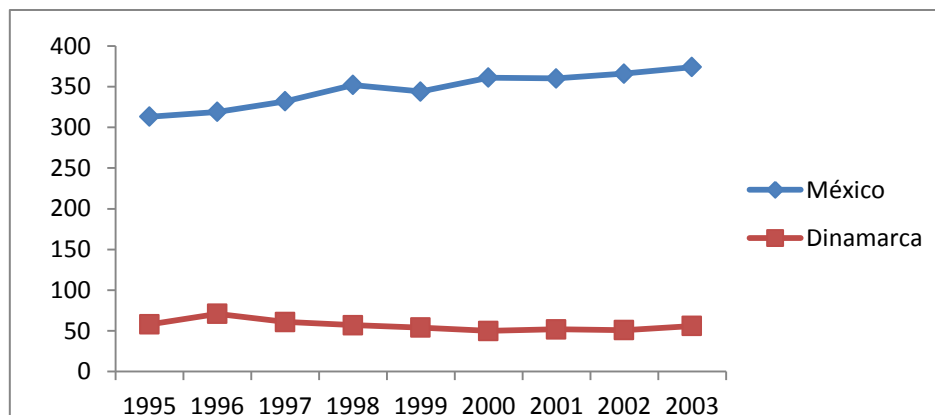
- Las empresas prefieren la regulación tradicional.
- La administración es renuente a cambios sustanciales.
- La inaceptabilidad moral de reconocer los derechos a contaminar.

⁶² 0.079 coronas danesas equivalen aproximadamente a \$19 (pesos mexicanos), con fecha 21 de mayo de 2009.

⁶³ Cifras en millones de toneladas.

- No se garantizan resultados ambientales favorables.

Gráfica 11: Emisiones de dióxido de carbono por uso de energía



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI⁶⁴.

⁶⁴ OECD. Factbook 2006. Paris, Francia 2006.

4 INSTRUMENTOS ARTICULADORES DE VALIDACIÓN PARA LA APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE PERMISOS DE CONTAMINACIÓN

El ejercicio empírico de esta investigación está estructurado por un conjunto de herramientas que tienen como objetivo robustecer o complementar el eje rector consistente en simular la aplicación de un sistema de permisos de contaminación para la industria cementera en México. Estos ejes articuladores permiten: formalizar la relación estadística entre las emisiones de CO₂ y el aumento en la temperatura; establecer los factores determinantes de las emisiones de CO₂ para la industria del cemento mediante la aplicación de una versión modificada de la identidad de Kaya; se cuantifica la cantidad de emisiones de CO₂ generadas por la industria cementera que se pueden capturar si se implementa un proyecto de conservación o reforestación de la superficie vegetal y; se realiza un estudio cualitativo de la responsabilidad social de la industria cementera a fin de inquirir su grado de susceptibilidad para adoptar medidas de política ambiental. El desarrollo de cada uno de estos ejes se expone en las secciones siguientes.

4.1 Validación de la contribución de las emisiones de CO₂ en la temperatura media global

4.1.1 Relación entre las emisiones de CO₂ y la temperatura.

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático indica que es muy probable que el aumento de las temperaturas observado sea debido a las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) antropogénicas; el argumento científico para sugerir esta relación consiste en que, derivado de los estudios realizados en los núcleos de hielo de la Antártida en el último milenio se encontró que en el periodo 1000-1800 las concentraciones de CO₂ en la atmósfera no excedían las 290 ppmv⁶⁵ y en los últimos doscientos años esta cifra ha aumentado aproximadamente un 34% para ubicarse en un nivel actual de 390 ppm⁶⁶, una cantidad récord en los últimos 650,000 años. El PICC afirma que en la pequeña edad del hielo (finales del siglo XVI a mediados del siglo XIX) la sensibilidad de los niveles de CO₂ atmosférico a los cambios climáticos era menor (PICC, 1990). Recientemente un estudio publicado por Izasa y Campos (2007) relaciona las emisiones de CO₂ con el aumento en la temperatura fundamentando que una gran emisión carbónica en la atmósfera causó el calentamiento global conocido como Máximo Termal Paleoceno Eoceno, a través de registros geológicos muestran que el efecto invernadero producido de la gran emisión carbónica causó un aumento de alrededor de 5⁰C en un lapso de 10,000 años.

Considerando estos argumentos científicos, la relación entre concentraciones atmosféricas de CO₂ y temperatura puede ser susceptible de formalizarse; sin embargo, podría cuestionarse la relación entre las emisiones de CO₂ antropogénicas y la concentración atmosférica de CO₂, el PICC (1990) ofrece una respuesta a esta interrogante dando tres argumentos. En el primero, menciona que la media de concentraciones de CO₂ en los últimos mil años fue 260 ppm y la

⁶⁵ Partes por millón en volumen. Indica la cantidad de sustancia en una muestra

⁶⁶ Dato que corresponde al valor promedio en Agosto de 2011 publicado por el observatorio Mauna Loa.

variabilidad respecto a este dato era muy pequeña, en los últimos 52 años el valor promedio de las emisiones es 347 ppm y la variabilidad es alta (desviación estándar = 22.23). En su segundo argumento expone que las emisiones observadas de CO₂ incrementan paralelamente con las tendencias de las emisiones provenientes de la combustión de combustibles fósiles. Y tercero, las emisiones de la combustión de combustibles fósiles esperadas son consistentes con los resultados de la modelación del ciclo del carbono (PICC, 1990).

Gore (2007) intenta convencer que los seres humanos somos responsables del cambio climático mostrando una gráfica en la que se aprecia un comportamiento correlacionado de las variables CO₂ y temperatura, aunque las variables aparentemente tienen un movimiento conjunto sabemos que un análisis de correlación no necesariamente es una buena medida para dar evidencia del vínculo en el comportamiento entre las variables. Para superar la posibilidad de incurrir en la determinación de una relación espuria se propone un análisis de regresión y cointegración, que mostrará si las variables están estadísticamente relacionadas y si se formaliza dicha relación en el largo plazo; basados en el argumento científico, son propuestos los siguientes modelos:

$$\text{Concentración}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{Emisiones}_t + u_t \quad (22)$$

$$\text{Temperatura}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{Concentración}_t + u_t \quad (23)$$

Bajo la hipótesis para los dos modelos que $\beta_1 > 0$, es decir; en el primer modelo (22) se propone que las emisiones antropogénicas de CO₂ afectan positivamente el nivel de concentración atmosférica de CO₂ y; para el segundo modelo (23) la propuesta es que el nivel de concentración atmosférica de CO₂ afecta la temperatura en el planeta.

4.1.2 Datos

Se construyó una base con datos anuales para el periodo 1959-2008 de las variables concentraciones atmosféricas de CO₂, emisiones antropogénicas de CO₂ e índice de temperatura. Los datos de concentraciones atmosféricas de CO₂ fueron obtenidos del Observatorio Mauna Loa⁶⁷ y corresponden a promedios anuales de las mediciones hechas en el observatorio a 3,397 metros en Hawái, la unidad de análisis es partes por millón (Earth System Research Laboratory, 2012); las emisiones antropogénicas de CO₂ son emisiones estimadas de la quema de combustibles fósiles, la fabricación del cemento y la combustión de gas, están expresadas en millones de toneladas métricas de carbono y fueron obtenidas a través del Centro de Análisis de Información de Dióxido de Carbono (CDIAC); la variable de temperatura es un índice global de temperatura en la tierra y el océano, que corresponde a variaciones respecto al periodo 1951-1980 y transformadas a grados centígrados, los datos de temperatura también fueron recopilados del CDIAC (Carbone Dioxide Information Analysis Center, 2010).

⁶⁷ El Observatorio de Mauna Loa (MLO) es un centro de investigación atmosférica que recopila y da seguimiento a los datos relacionados con el cambio atmosférico desde la década de 1950.

4.1.3 Análisis de estacionariedad

El análisis empírico a través de una regresión supone y requiere que las series sean estacionarias, una serie de tiempo no estacionaria tendrá una media que varía con el tiempo o una varianza que cambia con el tiempo, o ambas; para determinar si las series son estacionarias se corrieron regresiones individuales de las tres variables contra sus propios rezagos, se describe el modelo de la siguiente manera:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t \quad -1 \leq \rho \leq 1 \quad (24)$$

Si $\rho = 1$ se convierte en un modelo de caminata aleatoria sin variaciones, también si $\rho = -1$ se le conoce como problema de raíz unitaria, es decir, se enfrenta una situación de no estacionariedad. Sin embargo si $|\rho| < 1$, entonces se puede demostrar que la serie de tiempo Y_t es estacionaria. Los resultados obtenidos de este ejercicio no descartan que el valor de ρ sea diferente de uno; por lo tanto, se concluye que las series son no estacionarias, con la prueba Dickey-Fuller se verificó que para las tres variables existe el problema de raíz unitaria (ver cuadro 4).

En virtud de que las series de tiempo tienen una raíz unitaria, el método de transformación que se requiere es obtener las primeras diferencias; las series transformadas ahora son estacionarias. Para comprobarlo, se repite el proceso anterior y se valida que esta modificación en las variables elimine el problema de la raíz unitaria (ver cuadro 5), después de esto es posible

proceder a estimar las regresiones (22) y (23); los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 4: Pruebas de raíz unitaria

Variable	ρ	Intervalo de confianza al 95%	Rezagos óptimos	Prueba Dickey-Fuller
Temperatura	0.8314603	0.6628861-1.000035	6	Z(t)=0.9925
Emisiones	1.009507	0.9881995-1.030814	4	Z(t)=0.9756
Concentración	1.017853	1.011224-1.024481	7	Z(t)=0.9986

Fuente: Elaboración propia con datos del Earth System Research Laboratory y el Carbone Dioxide Information Analysis Center.

Cuadro 5: Pruebas de raíz unitaria variables en primeras diferencias

Variable	Rezagos óptimos	Prueba Dickey-Fuller
Δ Temperatura	7	Z(t)=0.0239
Δ Emisiones	3	Z(t)=0.0079
Δ Concentración	0	Z(t)=0.0003

Fuente: Elaboración propia con datos del Earth System Research Laboratory y el Carbone Dioxide Information Analysis Center.

4.1.4 Análisis de regresión

Cuadro 6: Resultados de las regresiones

Modelo	Coefficiente β_1	Error estándar	P-value
$\Delta Concentración_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta Emisiones_t + u_t$	0.00127729	0.0007057	0.078
$\Delta Temperatura_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta Concentración_t + u_t$	0.0779525	0.0302123	0.013

Fuente: Elaboración propia con datos del Earth System Research Laboratory y el Carbone Dioxide Information Analysis Center.

Los resultados para el primer modelo muestran que, a un nivel de significación del 10%, la concentración atmosférica de CO₂ está relacionada positivamente a las emisiones de CO₂ antropogénicas. Con respecto al segundo modelo, a un nivel de significación del 5%, es posible afirmar que la temperatura en la tierra y el océano está afectada en una relación positiva por la concentración atmosférica de CO₂. Es preciso señalar que en virtud de la naturaleza de la información los resultados deben interpretarse bajo reserva de no ser contundentes, esto debido a que el número de observaciones es relativamente poco y que además la acumulación de las emisiones en la atmósfera y su posible impacto en la temperatura del planeta es un proceso que requiere muchos años.

4.1.5 Análisis de cointegración

Este análisis permite probar la existencia de relaciones a largo plazo entre variables. Dos o más series de tiempo que son no estacionarias⁶⁸ de orden $I(1)$ están cointegradas si existe una combinación lineal de esas series que sea estacionaria de orden $I(0)$; cuando dos variables

⁶⁸ Son las variables que tienen una tendencia temporal definida, es decir, su valor medio cambia a lo largo del tiempo

están cointegradas, significa que aunque crezcan en el tiempo, el error entre ambas series no crece; se utiliza el procedimiento de Engle-Granger (1987) para determinar la existencia o no de cointegración. Este procedimiento requiere que las series sobre las cuales se desea probar la existencia de cointegración, sean estacionarias de orden $I(1)$, es decir, que las series sean estacionarias⁶⁹ en sus primeras diferencias. El método Engle-Granger es aplicable a modelos uniecuacionales de dos o más variables, en dos etapas basado en los residuos estimados y que supone a priori, que existe un solo vector de cointegración en el modelo; el resultado de este método de cointegración puede cambiar, dependiendo de cuál variable se seleccione como variable dependiente. En la primera etapa se corre una regresión, a priori se define cual es la variable dependiente y la independiente o independientes; se estima mediante mínimos cuadrados ordinarios la relación de equilibrio a largo plazo entre las variables; esta regresión se denomina en la literatura la “regresión de cointegración”. En la segunda etapa, una vez que se obtienen los residuos, hay que verificar con una prueba Dickey-Fuller o Phillips-Perron que éstos, sean integrados de orden $I(0)$, de esta forma las variables en cuestión estarán cointegradas (Engle y Granger, 1987).

Cuadro 7: Pruebas de cointegración

Regresión	Rezagos óptimos	Prueba Dickey-Fuller
$\Delta Concentración_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta Emisiones_t + u_t$	0	Z(t)=0.0001
$\Delta Temperatura_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta Concentración_t + u_t$	3	Z(t)=0.0313

Fuente: Elaboración propia con datos del Earth System Research Laboratory y el Carbone Dioxide Information Analysis Center.

⁶⁹ Una serie es estacionaria cuando su valor medio es estable. Por el contrario es no estacionaria cuando sistemáticamente crece o disminuye en el tiempo.

Cuando los residuales son estacionarios ($Z(t) \leq 0.05$), las variables están cointegradas, es decir, tienen una relación a largo plazo (ver cuadro 7). Esto quiere decir que se observa una relación lineal que se ha mantenido durante un largo periodo de tiempo, es decir, que se mueven de manera conjunta.

4.2 Determinantes de las emisiones de CO₂ en la industria del cemento

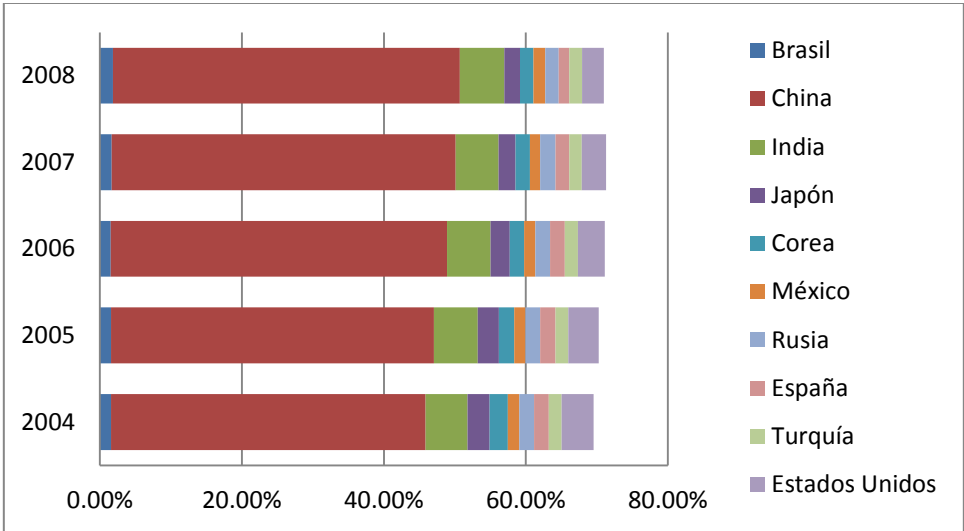
4.2.1 Escenario

La industria cementera se define como el sector o conjunto de empresas cuyo último producto (cemento portland) es el material obtenido por fusión incipiente de materiales arcillosos y calizos, que contengan óxido de calcio, silicio, aluminio y fierro, sin más adición posterior que yeso sin calcinar (Citado por Girón, 1983).

México es uno de los 10 productores más importantes de cemento en el mundo, en Latinoamérica es principal productor de cemento, seguido por Brasil; su producción ha ido en aumento en los últimos años, en la gráfica 12 se observa que los países industrializados han registrado un estancamiento en la producción del cemento, contrastando con el aumento en la producción de los países subdesarrollados o semi-industrializados.

Girón (1983) expone que la industria del cemento pertenece al grupo de las industrias denominadas pesadas, que se caracterizan por su alta composición orgánica de capital. En la industria del cemento esto se debe a que; primero, para que exista una rentabilidad aceptable se necesitan producir grandes cantidades (toneladas) de cemento, para este nivel de producción es necesario tener una gran capacidad instalada con un alto nivel tecnológico y; segundo, en esta industria se presenta un alto grado de integración vertical, por lo general, se abastece por si misma de materias primas, envasa y distribuye su producto final.

Gráfica 12: Producción mundial de cemento



Fuente: Elaboración propia con datos de Index Mundi.

El desempeño productivo en el sector de la construcción es un reflejo claro de la actividad económica total en México⁷⁰; otra característica importante es su papel en la construcción de obras privadas y públicas ya que el cemento y el concreto representan un insumo indispensable

⁷⁰ En el 2009 aproximadamente el 7% del PIB fue generado por el sector de la construcción.

para que estas obras puedan realizarse; al respecto se establece que estos dos materiales representan más de la mitad de los insumos requeridos en la construcción. De estas interrelaciones es posible sugerir que el papel de la industria cementera es esencial para la actividad económica, por su función como materia prima de la construcción y por la derrama económica que ejerce en otras industrias⁷¹ (De la Garza y Arteaga, 2011).

De acuerdo con la Cámara Nacional de Cemento (CANACEM), está conformada por 6 empresas: Cementos Mexicanos CEMEX (15, 54%), Holcim Apasco (6, 22%), Cementos Moctezuma (2, 6%), Grupo Cementos de Chihuahua GCC (3, 2%), Lafarge Cementos (2, 2%) y Cementos y Concretos Nacionales CYCNA (4, 14%); en el paréntesis se precisa el número de plantas y la participación en el mercado. En el 2008, el consumo anual fue 35.1 millones de toneladas y el consumo per cápita fue 329 Kg (De la Garza y Arteaga, 2011). La producción y consumo del cemento durante el periodo 2000-2007 tiene un crecimiento promedio de 4.4% y 4.9%, respectivamente.

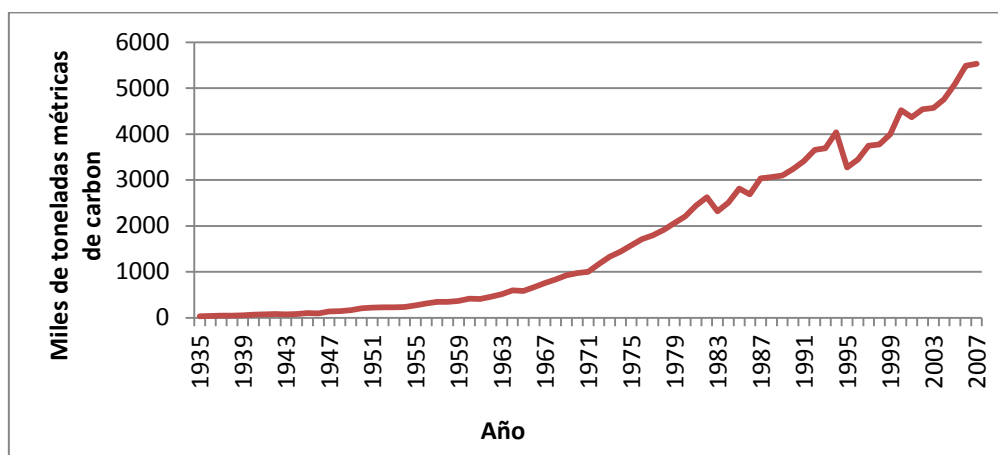
En la industria cementera mexicana existe una empresa líder, Cementos Mexicanos, Cerutti y Barragán (2003) señalan a CEMEX como la primera empresa global de México. CEMEX vende el 54% de cemento en el mercado mexicano y es la cuarta cementera más grande del mundo. Existen 32 plantas cementeras; en conjunto, tienen una capacidad instalada de 51 millones de toneladas anuales, dan empleo directamente a 20 mil personas y generan 110 mil empleos indirectos.

⁷¹ Empleos indirectos.

La industria cementera es considerada como una industria consolidada, económicamente dinámica y tecnológicamente modernizada; se caracteriza por la inversión continua en tecnología y equipamiento, la constante capacitación de su personal y la permanente incorporación de medidas de seguridad en sus procesos, equipos y operaciones. El medio ambiente también ha sido punto de interés de la industria cementera, en 1996 se formaliza el compromiso ante la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) de realizar una disminución y reciclaje energético de residuos; asimismo, está certificada como “Industria Limpia” por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (POFEPA) (Cámara Nacional del Cemento, 2007). No obstante, el proceso de producción de cemento es altamente consumidor de energía, estimaciones muestran que el costo total de producción está distribuido en 29% energía, 27% materias primas, 32% trabajo y 12% en depreciación; otras estimaciones exponen que el costo por consumo de energía oscila entre el 20% y 40% del costo total de producción (Vera y Jacobo, 2011). Adicionalmente la industria solventa costos de transporte cuantiosos, ocasionados por la amplitud del territorio que se tiene que cubrir, los sistemas montañosos que alargan los trayectos, las poblaciones dispersas y con poca densidad, entre otros factores (Heredia y González, 2007). Así pues, las áreas de oportunidad en materia ambiental para la industria son disminuir los costos de transporte y contraer el consumo de energía, ambas acciones implicarían una reducción en las emisiones de CO₂.

El Carbon Dioxide Information Analysis Center presenta las estimaciones de emisiones de dióxido de carbono para la industria cementera; el crecimiento sostenido de las emisiones, hace evidente la necesidad de redoblar esfuerzos para reducir las emisiones (ver gráfica 13).

Gráfica 13: Emisiones de CO₂ en la producción de cemento



Fuente: Elaboración propia con datos del CDIAC

4.2.2 La ecuación IPAT

Chertow (2001) argumenta que a Ehrlich se le acredita la formulación de la identidad IPAT, la cual surge en la década de los 70's como una propuesta metodológica para estimar la contribución (presión) del crecimiento de la población en el medio ambiente. La identidad IPAT expresa el impacto ambiental (I), como variable dependiente de las variables tamaño de la población (P), consumo per cápita (riqueza, A) y el impacto ambiental por unidad de producto (capacidad tecnológica, T).

$$I = PxAxT \quad (25)$$

Esta identidad se puede evidenciar empíricamente para las emisiones de CO₂, mediante la identidad de KAYA, que establece que el impacto ambiental depende de la evolución de la

población, del PIB per cápita y del impacto ambiental por unidad de producto, el cual se puede descomponer en dos factores; la intensidad energética (definida como la cantidad de energía consumida por unidad de PIB) y la intensidad de carbono de la energía o índice de carbonización (definida como la masa de dióxido de carbono emitida por unidad de energía consumida).

En la ecuación (26), el primer cociente es una medida del ingreso económico, el segundo está asociado tanto con la eficiencia energética como con la estructura sectorial de la economía y; el tercero refleja la combinación de combustibles de un país (industria) dado. La identidad queda descrita por los siguientes factores:

$$CO_2 = POBLACIÓN \times \frac{PIB}{POBLACIÓN} \times \frac{ENERGÍA}{PIB} \times \frac{CO_2}{ENERGÍA} \quad (26)$$

Dónde:

CO_2 = Emisiones de CO_2 en la producción de cemento, expresadas en miles de toneladas métricas de carbón⁷²

POBLACIÓN = Población nacional⁷³

PIB = Producto Interno Bruto de productos minerales no metálicos, cifras expresadas en miles de pesos a precios de 2003⁷⁴

ENERGÍA = Petajoules⁷⁵ consumidos por el sector, incluye combustóleo, gas natural y electricidad.

⁷² Fuente CDIAC (Carbon Dioxide Information Analysis Center), datos recuperados de http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/tre_mex.html

⁷³ Fuente CONAPO.

⁷⁴ Fuente Banco de Información Económica.

En el cuadro 8, se presenta la estadística descriptiva de las tasas de crecimiento de las variables, las variables EMISIONES y PIB son parecidamente descritas por los parámetros media (cerca al 3%) y desviación estándar (7.7 y 5.8, respectivamente), esto implica que son variables con un comportamiento relativamente parecido, la variable ENERGÍA también tiene un valor medio cercano (3.65%) a las variables anteriores, pero presenta una dispersión mayor de los datos (desviación estándar = 11.05). La variable POBLACIÓN presenta un comportamiento más estable, la tasa de crecimiento promedio fue de 1.26% y la dispersión de los datos en torno a la media fue de 0.28.

Cuadro 8: Estadística descriptiva de las variables EMISIONES, POBLACIÓN, PIB y ENERGÍA

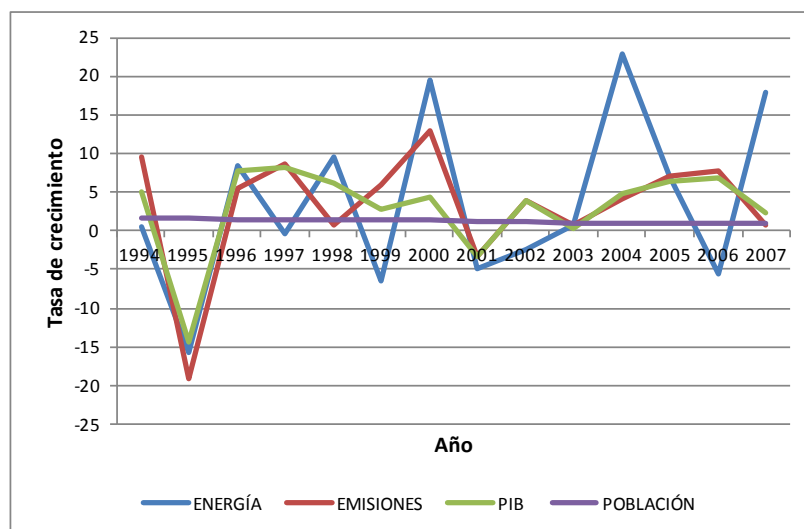
	EMISIONES	POBLACIÓN	PIB	ENERGÍA
Media	3.23	1.26	2.95	3.65
Desviación estándar	7.70	0.28	5.84	11.05
Varianza	59.33	0.08	34.07	122.21
Mínimo	-19.04	0.87	-14.37	-15.65
Máximo	12.98	1.71	8.19	22.84

Fuente: Elaboración propia con datos del CDIAC, del INEGI y del CONAPO

En la gráfica 14 se puede observar la evolución de las tasas de crecimiento de las variables EMISIONES (CO₂), POBLACIÓN, PIB y ENERGÍA, es posible notar la estrecha relación entre EMISIONES, PIB y ENERGÍA, mientras que la variable POBLACIÓN tiene un comportamiento estable y con tendencia a disminuir.

⁷⁵ Un petajoule equivale a 10 joules. Un joule (J) es el trabajo producido por una fuerza de 1 newton, cuyo punto de aplicación se desplaza 1 metro en la dirección de la fuerza (Sistema Internacional de Unidades).

Gráfica 14: Tasa de crecimiento de las variables EMISIONES, POBLACIÓN, PIB y ENERGÍA



Fuente: Elaboración propia con datos del CDIAC, del INEGI y del CONAPO

Para dimensionar la aparente relación entre las variables, se determinó la covarianza y correlación que se muestran en el cuadro 9, estas medidas sugieren una relación fuerte y positiva entre EMISIONES y PIB y, medianamente fuerte y positiva entre ENERGÍA Y EMISIONES y, ENERGÍA y PIB, la variable POBLACIÓN relacionada con las otras variables (ENERGÍA, EMISIONES y PIB) tiene una relación negativa pero con muy poca fuerza.

Cuadro 9: Relación entre las variables EMISIONES, POBLACIÓN, PIB y ENERGÍA

Variables	Covarianza	Correlación
ENERGÍA y EMISIONES	37.45	0.47
ENERGÍA y PIB	30.58	0.51
ENERGÍA y POBLACIÓN	-1.04	-0.37
EMISIONES y PIB	37.48	0.90
EMISIONES y POBLACIÓN	-0.33	-0.17
PIB y POBLACIÓN	-0.37	-0.24

Fuente: Elaboración propia con datos del CDIAC, del INEGI y del CONAPO

El análisis de los datos nos permite validar la relación entre las variables de la identidad, un aumento en la producción requiere mayor uso de energía, lo que implica más emisiones de CO₂, así pues, “el crecimiento económico es responsable del incremento de las tasas de emisiones de CO₂” (Birhuett, 2009, P. 5).

Birhuett (2009) argumenta que en las dos fórmulas (IPAT e identidad de Kaya), el tamaño de la población, el crecimiento económico y la tecnología son determinantes del impacto ambiental, en este caso en particular, de las emisiones de CO₂; y ofrece un acercamiento explicativo para estos factores:

- Población: si se incorporan nuevos miembros a la sociedad (*ceteris paribus*⁷⁶) deben extraerse más recursos, lo que genera más emisiones de CO₂. La contribución de la población a las emisiones de CO₂ se manifiesta por dos mecanismos: primero, las grandes poblaciones incrementan rápidamente la demanda de energía para la industria, el transporte y la electricidad, por lo tanto, aceleran la tasa de crecimiento del consumo de combustibles fósiles, lo que se traduce en más emisiones de CO₂. Segundo, estas poblaciones de gran tamaño demandan mayores cantidades de alimentos, para abastecerlos se incurre en procesos acelerados de deforestación y cambios del uso de la tierra, que es otra fuente de emisiones de CO₂.

⁷⁶ Expresión latina que significa “todo lo demás permanece constante”, se utiliza para aislar la influencia de otras variables determinantes de un fenómeno en particular.

- PIB per cápita: muestra el nivel de bienes y servicios que se producen en un país. Las actividades económicas en ese caso exigen un uso intensivo de recursos y al mismo tiempo una producción elevada de desperdicios. Se ha demostrado que el crecimiento económico es responsable del incremento de las tasas de emisiones de CO₂, esto implica un grave problema ya que los países no están dispuestos a disminuir su crecimiento económico.
- Tecnología: existen dos formas bajo las cuales la tecnología puede disminuir el impacto ambiental; primero, reduciendo la cantidad de materiales y energía a utilizarse (intensidad energética) y; segundo, sustituyendo las fuentes energéticas utilizadas en la producción por otras con menos contenido de carbono (como el gas natural) o el uso de energías renovables.

Se calcula una versión modificada de la identidad de Kaya, que considera factores primarios que influyen en el cambio de las emisiones de CO₂ para la industria del cemento durante los años 1994-2007, para conocer el peso que cada factor tiene sobre las emisiones totales, considerando las propuestas de Hamilton y Turton (2000) y de Acántara y Padilla (2009), las emisiones de CO₂ para un año determinado pueden ser expresadas de la siguiente forma:

$$CO_2 = PIB \times \frac{ENERGÍA\ TOTAL}{PIB} \times \frac{COMBUSTIBLES\ FÓSILES}{ENERGÍA\ TOTAL} \times \frac{CO_2}{COMBUSTIBLES\ FÓSILES} \quad (27)$$

Dónde:

CO₂: Emisiones de CO₂ en la producción de cemento, expresadas en miles de toneladas métricas de carbón

PIB = Producto Interno Bruto de productos minerales no metálicos

ENERGÍA TOTAL = Petajoules consumidos por el sector, incluye combustóleo, gas natural y electricidad

COMBUSTIBLES FÓSILES = Combustóleo, gas natural, coque de carbón, de petróleo y diesel utilizados en la producción de cemento

Cuadro 10: Descripción de los factores de la identidad de Kaya

Factor	Nombre	Descripción
PIB	Efecto de crecimiento económico	Es una medida del nivel de producción
$\frac{ENERGÍA\ TOTAL}{PIB}$	Efecto intensidad energética	Mide la cantidad de energía utilizada por unidad del PIB
$\frac{COMBUSTIBLES\ FÓSILES}{ENERGÍA\ TOTAL}$	Participación de los combustibles fósiles	Indica la proporción del total de energía consumida a partir de fuentes fósiles
$\frac{CO_2}{COMBUSTIBLES\ FÓSILES}$	Índice de carbonización	Mide la intensidad de CO ₂ de la mezcla de combustibles fósiles

Fuente: Elaboración propia

Se hace una descomposición de factores utilizando la metodología de Alcántara y Padilla (2009).

Para la expresión (27) se reescriben los factores, quedarán definidos por las variables:

$$CO_2 = E \quad (28)$$

$$PIB = P \quad (29)$$

$$\frac{ENERGÍA\ TOTAL}{PIB} = IE \quad (30)$$

$$\frac{COMBUSTIBLES\ FÓSILES}{ENERGÍA\ TOTAL} = FE \quad (31)$$

$$\frac{CO_2}{COMBUSTIBLES\ FÓSILES} = IC \quad (32)$$

Por tanto, la identidad queda definida de la siguiente forma:

$$E_t = P_t \times IE_t \times FE_t \times IC_t \quad (33)$$

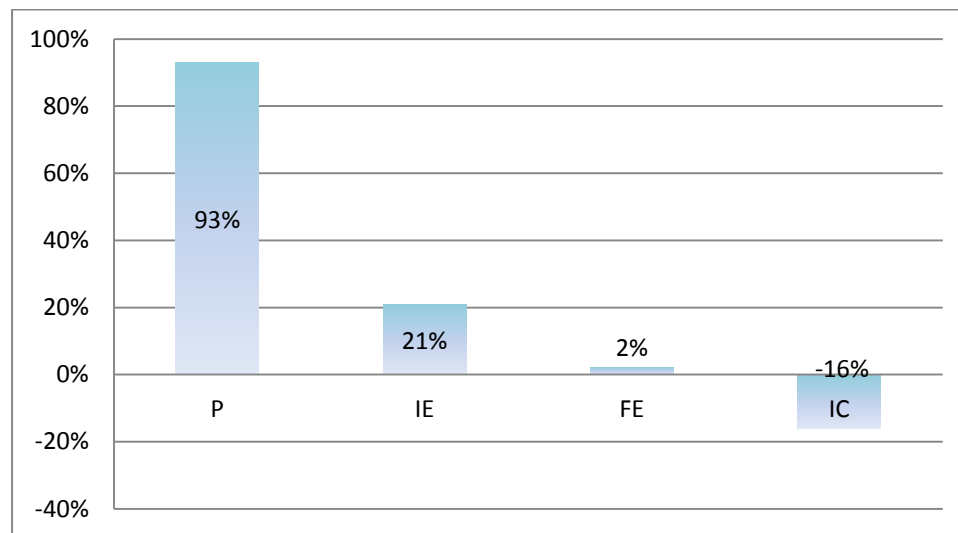
El incremento total de las emisiones se descompone con la metodología utilizada por Alcántara y Padilla (2009). La fórmula plantea que los cambios en las emisiones pueden ser explicados por los cambios en los factores P , IE , FE e IC .

$$\Delta E_t = \left(\frac{E_t - E_{t-1}}{\ln \frac{E_t}{E_{t-1}}} * \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} \right) + \left(\frac{E_t - E_{t-1}}{\ln \frac{E_t}{E_{t-1}}} * \ln \frac{IE_t}{IE_{t-1}} \right) + \left(\frac{E_t - E_{t-1}}{\ln \frac{E_t}{E_{t-1}}} * \ln \frac{FE_t}{FE_{t-1}} \right) + \left(\frac{E_t - E_{t-1}}{\ln \frac{E_t}{E_{t-1}}} * \ln \frac{IC_t}{IC_{t-1}} \right) \quad (34)$$

El crecimiento en las emisiones puede ser atribuido al incremento acumulado de tres de los factores: al aumento de la producción de cemento (P), a la intensificación en el uso de energía en la producción de cemento (IE) y al aumento en la participación energética de los combustibles fósiles (FC). Por otra parte, el índice de carbonización (IC) incidió con una

disminución o ahorro moderado de emisiones, las variaciones anuales para este factor se dan en ambos sentidos, lo que sugiere cambios en la mezcla de combustibles fósiles (ver gráfica 15).

Gráfica 15: Contribución acumulada de los factores en el crecimiento de las emisiones de CO₂



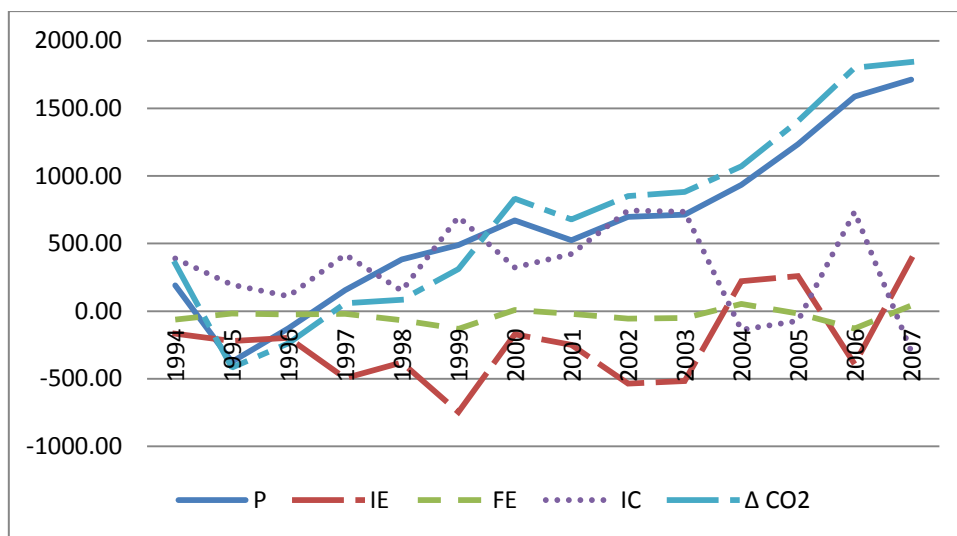
Fuente: Elaboración propia con datos del CDIAC y del INEGI

La gráfica 16 muestra la variación acumulada de los factores contribuyentes a las variaciones de CO₂, es evidente la relación estrecha entre PIB y Emisiones, también es posible notar la relación negativa y fuerte entre los factores intensidad energética (IE) e índice de carbonización (IC)⁷⁷; durante los años 1994-2003 la intensidad energética (IE) contribuía con el ahorro de emisiones de CO₂; sin embargo estas cifras fueron revertidas, el mayor uso de energía total a partir del año 2004 hasta el 2007 revirtió el ahorro por una contribución acumulada de 385.01 en el cambio total emisiones (ver cuadro 11). El índice de carbonización (IC) aportó al incremento de las emisiones hasta el año 2003, a partir del año 2004 el consumo de combustibles fósiles aumentó

⁷⁷ Esta correlación se explica por la similitud del comportamiento de las variables emisiones de CO₂ y PIB de la producción de productos minerales no metálicos.

a un ritmo mayor que el de las emisiones, lo que redujo la intensidad de CO₂ de la mezcla de combustibles fósiles, lo cual generó una aportación negativa de -295.89 emisiones (ver cuadro 11). La proporción de combustibles fósiles respecto al total de energía (FE) tuvo, en general, un comportamiento de aportaciones reductivas a las emisiones, la intensificación en el uso de combustibles fósiles de los años 2004, 2005 y 2007 acumularon hasta este último año una aportación incremental de 41.20 emisiones (ver cuadro 11). El cuadro 11 muestra las variaciones acumuladas para el periodo de estudio.

Gráfica 16: Evolución acumulada de los factores de la identidad de Kaya



Fuente: Elaboración propia con datos del CDIAC y del INEGI

Cuadro 11: Variaciones acumuladas de los factores contribuyentes a las emisiones de CO₂

	P	IE	FE	IC	Δ CO ₂
1994	189.84	-167.13	-61.86	390.15	351
1995	-374.93	-221.85	-16.44	195.23	-418
1996	-126.95	-198.42	-23.59	110.96	-238

	P	IE	FE	IC	ΔCO_2
1997	156.26	-495.44	-20.72	418.90	59
1998	382.12	-380.34	-66.80	150.02	85
1999	489.57	-745.69	-130.09	698.21	312
2000	670.73	-171.95	8.55	323.68	831
2001	524.71	-250.32	-18.88	423.50	679
2002	696.12	-535.23	-54.37	744.48	851
2003	713.88	-517.47	-50.46	735.05	881
2004	933.48	222.39	53.50	-138.37	1071
2005	1233.87	259.75	-17.18	-71.44	1405
2006	1587.11	-392.14	-128.60	734.63	1801
2007	1712.67	385.01	41.20	-295.89	1843

Fuente: Elaboración propia con datos del CDIAC y del INEGI

Los resultados hacen evidente que, en el periodo considerado, las emisiones de CO₂ son influidas, principalmente, por el PIB del sector y no se muestra una reducción en el uso de energía que contribuya a la disminución de emisiones. Considerando los factores utilizados en la identidad, hay dos caminos para reducir las emisiones que se contraiga la producción “voluntariamente” o reducir el uso de energía, principalmente el uso de combustibles fósiles en la producción, es fácil comprender cuál de las dos alternativas es más factible.

4.3 Simulación de la aplicación para México: industria del cemento

4.3.1 Aplicación de los permisos de contaminación

Derivado del éxito en la reducción de GEI que Dinamarca ha logrado mediante la aplicación del sistema de permisos negociables, en esta investigación se emplea la metodología utilizada para el caso del sector eléctrico danés, descrita por Pedersen (2000) y López-Guzmán et al. (2004). Se

realiza un ejercicio de simulación de la aplicación de un sistema de permisos de contaminación, el escenario considerado implica que la industria paga un impuesto por el exceso de emisiones que no alcanzan a ser cubiertas por los permisos que posean y se brinda flexibilidad al sistema de permisos para su aplicación (ajustes graduales en la cantidad de permisos). Además, se realizan aportaciones para robustecer el modelo (aplicación de la identidad de Kaya) y darle flexibilidad al sistema de permisos para su aplicación (ajustes graduales en la cantidad de permisos).

4.3.1.1 Determinar el número máximo de emisiones de CO₂ autorizadas

Para determinar el número máximo de emisiones de CO₂ autorizadas, se calculan las emisiones proyectadas en la industria del cemento para los años 2008 al 2022; con datos de las emisiones provenientes de la producción del cemento, publicados por el CDIAC y utilizando la información a partir de 1978 por considerarla más consistente; se obtiene la tasa de crecimiento anual de las emisiones para el periodo 1978-2007, en promedio las emisiones crecieron un 4.05% anual ($\sigma=0.069$), se aplicó este dato para calcular las emisiones de los años 2008 al 2022. Para calcular las emisiones por reducir, se considera lo establecido en el protocolo de Kyoto de reducir las emisiones un nivel inferior en no menos del 5% al de 1990, las emisiones deberían ubicarse en el nivel de 3,075.12 miles de toneladas métricas de carbono, esta cifra corresponde al nivel máximo de emisiones de CO₂ autorizadas. La diferencia entre las emisiones históricas y proyectadas y el nivel máximo de emisiones; dará como resultado las emisiones por reducir en el periodo 2008-2022.

4.3.1.2 Asignación de los permisos de contaminación negociables

Para determinar las emisiones de cada empresa se considera el factor más significativo encontrado al aplicar la identidad de KAYA, el PIB; que además de su congruencia con la tasa de cambio de las emisiones, es el factor que más contribuye con las emisiones acumuladas (93%) (ver anexo I), se utiliza como variable análoga del PIB, la participación en el mercado⁷⁸ (ventas anuales en el territorio nacional) de las empresas cementeras, es importante mencionar que dicha participación ha variado en el tiempo, pero debido a la falta de información histórica, se tuvo que precisar este dato como una constante.

Una vez calculado el número de toneladas que cada empresa tiene permitido emitir, se elige la forma de la entrega de los permisos, se considera el procedimiento denominado grandfathering que consiste en repartir sin ningún costo los permisos entre las fuentes emisoras. Se propone un periodo de adaptación para que las empresas tengan la posibilidad de ajustar paulatinamente su nivel de emisiones, para alcanzar el objetivo ambiental se proponen tres etapas en la cantidad de permisos:

➤ Primera etapa:

Año 2013: 5,047,876 permisos

Año 2014: 5,190,212 permisos

⁷⁸ El dato de participación en el mercado fue publicado por De la Garza y Arteaga (2011).

➤ Segunda etapa:

Año 2015: 4,583,920 permisos

Año 2016: 4,686,662 permisos

➤ Tercera etapa:

Años 2,017-2022: 3,075,120 permisos

La distribución de los permisos correspondientes al objetivo ambiental (con vigencia de un año) se lleva a cabo adoptando una política de “respeto a los mayores”, se realiza entre empresas ya establecidas en función de sus niveles de emisiones (participación en el mercado); el excedente de los permisos entre el objetivo ambiental y las primeras dos etapas de adaptación se repartirá entre las empresas beneficiando a las empresas con menor participación en el mercado. Para realizar la distribución entre las empresas de los permisos excedentes, en cada año de adaptación se utiliza la siguiente fórmula (35):

$$PA_{it} = \frac{Exd_t^2}{\sum EP_{it} * Part_i} \quad (35)$$

Dónde:

PA_{it}: Permisos adicionales de la empresa *i* en el periodo *t*

Exd_t: Excedente de permisos en el periodo *t*

Part_i: Participación en el mercado de la empresa *i*

$$EP_{it} = \frac{Exd_t}{Part_i}$$

Las emisiones permitidas de cada empresa para cada periodo se obtuvieron con la siguiente fórmula (36):

$$LPE_{it} = (3075.12 * Part_i) + PA_{it} \quad (36)$$

Dónde:

LPE_i: Límite permitido de emisión de la empresa *i* en el periodo *t*

Part_i: Participación en el mercado de la empresa *i*

PA_{it}: Permisos adicionales de la empresa *i* en el periodo *t*

Cada una de las 6 empresas cementeras conoce el número máximo de emisiones que tiene permitido por año, pero también los requerimientos de sus necesidades de emisiones adicionales que podrán solventar mediante la compra-venta de permisos y, de ser necesario, el pago de un impuesto. Para conocer la situación particular de cada empresa en los periodos de aplicación del sistema, se establece la siguiente relación (37):

$$EE_{it} = PA_{it} - ER_{it} \quad (37)$$

Dónde:

EE_{it} : Estatus de las emisiones de la empresa i en el periodo t

PA_{it} : Permisos asignados a la empresa i en el periodo t

ER_{it} : Emisiones realizadas por la empresa i en el periodo t

Si el resultado es menor que cero, las empresas comprarán permisos a las otras empresas, si después de la compra de permisos, el resultado aún es negativo, se deberá pagar un impuesto de \$115 por cada tonelada de carbono excedida. Si el resultado es mayor que cero, las empresas venderán sus permisos a las empresas que los requieran. La compra-venta de los permisos de contaminación se realiza por acuerdos bilaterales entre las empresas interesadas, es decir, no se comercializan en un mercado regulado. En el cuadro de resultados de la simulación (cuadro 12), el renglón “Permisos 20XX” corresponde a los permisos que poseen las empresas después de realizar la compra-venta.

El valor del impuesto se calculó considerando lo establecido en el reporte anual 2010 emitido por el Banco Mundial “Carbon Finance for Sustainable Development” (Financiamiento del Carbono para el Desarrollo Sustentable). La Unidad de Financiamiento del Carbono del Banco Mundial ha integrado en 12 portafolios 128 proyectos para la reducción de emisiones que representan un financiamiento de 1.7 billones de dólares y una reducción de emisiones de 208 millones de toneladas métricas de CO₂; de los datos específicos en los portafolios se obtuvo un promedio de \$8.32 (dólares) de financiamiento por cada tonelada de emisiones, haciendo la conversión a pesos utilizando el tipo de cambio de \$13.107 pesos por dólar⁷⁹, se estima que los

⁷⁹ Publicado en el sitio web de Banco de México el día 22 de abril de 2012.

permisos se negociaran a un valor de \$109, el impuesto se fija en \$115 para estimular la compra-venta de permisos y generar incentivos para adoptar estrategias de reducción de emisiones.

Es importante hacer énfasis en lo establecido en el Informe sobre Desarrollo Humano 2007-2008; “el objetivo de la aplicación de un impuesto en las emisiones de dióxido de carbono es mitigar el cambio climático, no recaudar ingresos” (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Pág. 129). Los ingresos derivados del pago de impuestos pueden ser utilizados para financiar proyectos de conservación y reforestación forestal, así aunque una empresa sea sancionada con el régimen impositivo por exceder el límite permitido de sus emisiones, los recursos captados serán destinados a desarrollar mercados de servicios ambientales de captura de carbono.

4.3.1.3 Resultados de la simulación de la aplicación de los permisos de contaminación

Observe en el cuadro 12 que, en los primeros 2 años Cementos Moctezuma, GCC Cemento y Lafrage Cementos estarían recibiendo ingresos por la venta de permisos, los cuales deben utilizar en la implementación de acciones para reducir las emisiones o utilizarlos como fondos para financiar los impuestos futuros; CYNCA logra compensar el exceso en las emisiones en los primeros dos años con sólo comprar permisos; sin embargo, en los siguientes, tendrá que pagar el impuesto correspondiente. Por otra parte, CEMEX y Holcim Apasco enfrentan un escenario en el que deben comprar permisos y adicionalmente pagar impuestos.

Cuadro 12: Resultados de la aplicación de los permisos de contaminación.

Emisiones	CEMEX México	Holcim Apasco	Cementos Moctezuma	GCC Cemento	Lafarge Cementos	CYCNA
Proyectadas 2013	3,791,141	1,544,539	421,238	140,413	140,413	982,888
Permitidas 2013	1,688,622	745,394	437,023	819,049	819,049	538,738
Permisos 2013	2,153,076	1,209,848	421,238	140,413	140,413	982,888
Compra- venta 2013	-\$50,648,815	-\$50,648,815	\$1,721,354	\$74,005,508	\$74,005,508	-\$48,434,738
Impuestos 2013	\$188,377,503	\$38,489,439	\$0	\$0	\$0	\$0
Proyectadas 2014	3,944,864	1,607,167	438,318	146,106	146,106	1,022,743
Permitidas 2014	1,690,646	750,363	455,242	873,707	873,707	546,546
Permisos 2014	2,188,611	1,248,328	438,318	146,106	146,106	1,022,743
Compra- venta 2014	-\$54,303,172	-\$54,303,172	\$1,845,551	\$79,345,070	\$79,345,070	-\$51,929,347
Impuestos 2014	\$201,969,104	\$41,266,486	\$0	\$0	\$0	\$0
Proyectadas 2015	4,104,820	1,672,334	456,091	152,030	152,030	1,064,213
Permitidas/Permisos 2015	2,475,317	1,008,462	275,035	91,678	91,678	641,749
Impuestos 2015	\$187,392,926	\$76,345,266	\$20,821,436	\$6,940,479	\$6,940,479	\$48,583,351
Proyectadas 2016	4,271,262	1,740,144	474,585	158,195	158,195	1,107,364
Permitidas/Permisos 2016	2,530,797	1,031,066	281,200	93,733	93,733	656,133
Impuestos 2016	\$200,153,479	\$81,544,010	\$22,239,275	\$7,413,092	\$7,413,092	\$51,891,643
Proyectadas 2017-2022	29,520,583	12,026,904	3,280,065	1,093,355	1,093,355	7,653,484
Permitidas/Permisos 2017-2022	9,963,389	4,059,158	1,107,043	369,014	369,014	2,583,101
Impuestos 2017-2022	\$2,249,077,339	\$916,290,768	\$249,897,482	\$83,299,161	\$83,299,161	\$583,094,125

Fuente: Elaboración propia con datos del CDIAC y el Banco Mundial.

Es necesario hacer un paréntesis para cuestionar si realmente estas empresas estarían dispuestas a pagar por los impuestos y la compra de permisos, la respuesta se desconoce, pero hay elementos que nos permiten esperar una contestación favorable; primero, considerando el análisis cualitativo presentado en el tema 4.5 es posible inferir que prevalece un compromiso por la responsabilidad social que incluye en una de sus dimensiones, el medio ambiente y; segundo, se vaticina que con la reciente publicación de la “Ley General de Cambio Climático” y su nuevo marco institucional (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático) se amplíe la

aplicación de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático y, por ende, se intensifiquen los esfuerzos por alcanzar objetivos ambientales de reducción de emisiones.

El escenario planteado puede ser cuestionado debido a que no se observa la reducción de emisiones de las empresas; sin embargo, los resultados toman relevancia al ejercerse el principio “el que contamina paga” y, precisamente, es este pago el que será utilizado para el financiamiento de proyectos de captura de carbono, el objetivo ambiental de disminuir las emisiones se cumplirá. La entrada gradual del sistema de permisos permitirá a las empresas digerir la internalización del costo por el daño ambiental y diseñar e implementar estrategias dirigidas a reducir las emisiones por sus propios medios.

4.4 Cálculos y resultados de la captura de carbono a través del sector forestal

En las actividades que involucran el uso de suelo, el cambio en el uso de suelo y producción forestal y agropecuaria, se identifica un gran potencial en mitigación de emisiones, en especial mediante la conservación y captura de carbono, por lo que se debe impulsar realizar acciones de protección, conservación y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales y los agro-ecosistemas (CICC, 2009).

El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) publica que en 2007 en el territorio mexicano la superficie de especies vegetales no perturbadas por actividades agrícolas, pecuarias o forestales corresponde a un 49% (comunidades primarias, 962 544 km²), el 22%

está ocupado por especies vegetales que han sustituido las especies originales (comunidades secundarias, 432,163 km²) y el 29% ha sufrido procesos de erosión antrópica (569,669 km²). De la superficie que no ha sido perturbada el 17% concierne a Selva y Bosque y el 27% a Matorral; la proporción de Bosque y Selva es consistente en comunidades secundarias, mientras que sólo el 2% de la extensión de matorrales ha sido modificada por acción humana.

Para validar la propuesta de Becerril, González y Hernández (2006) y Masera, Martínez, De Jong, Etchevers, Balbontin (2007) con relación a la capacidad forestal de México para mitigar el cambio climático para el periodo 2008-2022, se estimó la superficie que se tendría que conservar o reforestar para reducir el nivel de emisiones de CO₂ producidas por la industria del cemento; en un esquema de conservación, en promedio, se tendrían que preservar 3,903.45 km² (390,345 hectáreas) lo que representa un 0.20% del territorio nacional; la modalidad de reforestación implicaría regenerar un área de 5,439.77 km² (543,977 hectáreas), 0.28% del territorio nacional. Los costos económicos anuales asociados a labores de conservación y reforestación son, en promedio, \$105'475,538.00 y \$146'988,518.00 (pesos mexicanos), respectivamente. Para realizar estos cálculos se consideraron los siguientes argumentos: primero, se estimaron las emisiones proyectadas de toneladas de carbono del año 2008 al 2022, se utilizó la base de datos del CDIAC (Carbon Dioxide Information Analysis Center), se obtuvo la tasa de crecimiento anual en el periodo 1978-2007 encontrándose que en promedio las emisiones crecieron 4.05% ($\sigma=0.069$) y se calculó la reducción de emisiones estableciendo una disminución de 5% sobre las emisiones de en 1990. Segundo, se incorpora la información de

Masera et al. (2007) respecto a la captura unitaria promedio de carbono⁸⁰ para conservación y reforestación (ver columna 3 del cuadro 2). Tercero, considerando el criterio de Manzano y Hernández (2008) se establece que el periodo de vigencia de un proyecto de captura de carbono es de 15 años. Y, cuarto, para determinar el costo ambiental se considera el pago por servicios ambientales⁸¹ que la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) hizo a los dueños de terrenos forestales para promover la conservación y evitar la deforestación de los bosques en el periodo 2003-2009, se reportan pagos por \$4,293.68 millones de pesos en una superficie de 2.27 millones de hectáreas.

Tomando como ejemplo el primer renglón la interpretación para cada uno de los renglones del cuadro 13 es que se necesitan conservar (o reforestar) 398,764 hectáreas de Bosque de Pino para reducir el 5% de las emisiones de CO₂ de la industria cementera estableciendo como año base 1990; el pago gubernamental anual por este servicio ambiental ascendería a 107.75 millones de pesos considerando las tarifas del PSA- CABS (tomando como ejemplo el primer renglón).

De las estimaciones de la capacidad forestal para capturar carbono, los resultados, en promedio indican que; en un esquema de conservación, la superficie que se tendría que preservar es de 3,903.45 km² (390,345 hectáreas) lo que representa un 0.20% del territorio nacional; por otra

⁸⁰ En su publicación Masera et al. (2007) ofrece intervalos de captura de carbono para diferentes tipos de vegetación en este ejercicio empírico se considera el punto medio del intervalo. La densidad de carbono es el carbono total por unidad de área asociado a una opción de mitigación.

⁸¹ El programa de servicios ambientales para la captura de carbono (PSA- CABS) de la CONAFOR se instituyó en el año 2004 y pretende crear capacidades para desarrollar mercados de servicios ambientales de captura de carbono en México (SEMARNAT, 2009).

parte, la modalidad de reforestación implicaría regenerar, un área de 5,439.77 km² (543,977 hectáreas), 0.28% del territorio nacional. Los costos económicos anuales asociados a labores de conservación y reforestación son, en promedio, \$105'475,538.00 y \$146'988,518.00 (pesos mexicanos), respectivamente.

Cuadro 13: Costo ambiental en los proyectos de captura de carbono

Opciones	Área forestal	Carbono total unitario	Superficie a tratar (ha)	Costo ambiental anual*
		(ton C / ha)		
a) Conservación				
Áreas naturales protegidas	Bosque de pino	174.5	398,766	\$107,752
	Bosque de pino-encino	117	594,741	\$160,707
	Selva alta	254.5	273,417	\$73,881
	Selva baja	139	500,609	\$135,271
Manejo de bosques naturales	Bosques	227.5	305,867	\$82,649
	Selvas	259	268,667	\$72,597
b) Reforestación				
Plantación de reforestación	Bosque de pino	122.5	568,038	\$153,491
	Bosque de pino-encino	81.5	853,800	\$230,708
	Selva alta	178	390,925	\$105,633
	Selva baja	97.5	713,689	\$192,848
Plantaciones industriales	Plantaciones de pino	144	483,227	\$130,574
	Plantaciones de eucalipto	614	113,330	\$30,623
	Plantaciones energéticas	127.5	545,762	\$147,472
Agroforestería	Agroforestería	110.5	629,726	\$170,160
	Sistemas bajo sombras	116.5	597,294	\$161,396

Fuente: Elaboración propia con datos de Maser et al. (2007), INEGI y SEMARNAT.

De la información de los “ingresos” obtenidos a través del pago de impuestos ambientales de las empresas cementeras, si se realizan acciones de conservación forestal, este monto solventaría durante 10 años, en promedio, 5 proyectos de: preservación de áreas naturales protegidas, fomento del manejo sostenible de los recursos naturales o reducción de la ocurrencia de incendios forestales. Si los recursos se asignaran a acciones de reforestación,

cubrirían el pago promedio de 3.6 proyectos de: recuperación de áreas degradadas, reforestación urbana o, el desarrollo de plantaciones comerciales, energéticas y de sistemas agroforestales. Si consideramos el año de mayor recaudación y el producto interno bruto generado en el año 2011 (precios corrientes), el valor de los impuestos corresponde al 0.15% del PIB de la industria y el 0.0014% del PIB nacional.

Cabe comentar los elementos que mejorarían y enriquecerían el trabajo realizado. En primera instancia, los datos utilizados son susceptibles a perfeccionarse, una actualización en las cifras de las emisiones contribuiría con una proyección más precisa; sin embargo, hasta el momento de la realización de esta investigación, el CDIAC no había publicado las cifras más recientes; otra aportación relevante es que el análisis se realice para varios escenarios futuros de la actividad económica total y considerando las perspectivas financieras de las empresas cementeras de manera particular. Por otra parte, la metodología utilizada también es perfectible, un análisis riguroso de los costos de abatimiento de contaminación, permitiría conocer cómo respondería cada una de las empresas ante la medida económico ambiental. En el aspecto de ejecución del sistema de permisos de contaminación, una propuesta valiosa implicaría describir el marco normativo e institucional y los lineamientos de operación que requeriría la aplicación de dichos instrumentos económicos.

Adicionalmente se propone que se instituyan mecanismos de comunicación que promuevan el conocimiento y la concientización de los ciudadanos a cerca del problema ambiental al que nos enfrentamos, es necesario que los actores sociales conciban que su participación y acción

comprometida es indispensable para el éxito de los programas de conservación y/o reforestación. La participación estructurada y vinculada de organizaciones sociales que busquen diversos objetivos, tales como; ecológicos, de transparencia y rendición de cuentas, de exigencia de responsabilidad social empresarial, entre otros; darí inicio a un proceso de renovación genuino y fortaleceré la efectividad de los proyectos ambientales y de reducción de emisiones. Así la acción conjunta de gobierno, empresa y sociedad en ámbitos económicos, ambientales y sociales propiciarán un escenario de sustentabilidad en el que toda actividad debe estar suscrita.

4.5 Responsabilidad social en la Industria del cemento

El sector empresarial solventa, en gran medida, las necesidades de bienes y servicios que las personas demandan, la sociedad requiere un funcionamiento óptimo de este sector porque además de proveer de bienes y servicios, es la fuente principal de generación de empleos. El sector empresarial (o privado) es el motor del crecimiento económico, en México el 84% de la actividad económica la produce la iniciativa privada (Foncerrada, 2009).

Durante muchos años el principal objetivo de las empresas fue “crear valor” un concepto relacionado a la generación de utilidades y la acumulación de riqueza para los dueños de la empresa; este comportamiento corporativo ha sido cuestionado, Greaves (2006) argumenta que la concentración y acumulación de riqueza de las empresas están relacionadas a la explotación de los recursos naturales y un aumento en la desigualdad social.

A raíz de las propuestas⁸² de diversos organismos internacionales que pretenden incidir en las prácticas administrativas empresariales a favor del medio ambiente y el desarrollo social; se promueve que el actuar empresarial se desarrolle en el marco de la Responsabilidad Social Empresarial (RSE), un paradigma que favorece la ampliación de los objetivos empresariales para dar cobertura a las dimensiones de la sustentabilidad.

Bolio (2007) afirma que la empresa es un vector potencial de comportamiento y conductas formativas que se proyectan al resto de la sociedad; esta frase propone que la empresa debe representar un modelo de comportamiento que esté fundamentado en una filosofía de valores económicos, sociales y ambientales (dimensiones de la sustentabilidad), estos valores son permeados a la sociedad, a través de políticas que incluyen dimensiones laborales, comerciales, sociales y medioambientales; la integración de esta cultura de valores en una empresa se conoce como “Responsabilidad Social Empresarial”.

La RSE es concebida como una estrategia institucional que busca beneficios para la organización y la sociedad, con objetivos más trascendentes que el de obtener utilidades, las empresas deben integrar voluntariamente en su actividad operativa medidas de contribución a problemas ambientales y sociales de su entorno. El enfoque más estricto de responsabilidad social

⁸² *Libro Verde: Fomentar un marco europeo para la responsabilidad social de las empresas*, COM (2001) 366 final, Bruselas, 2001, Comisión de las Comunidades Europeas. *Responsabilidad social de las empresas: una contribución empresarial al desarrollo sostenible*, COM (2002) 347 final, Bruselas, 2002, Comisión de las Comunidades Europeas. OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos): *Directrices para las Empresas Multinacionales*, Reporte anual, Paris, 2001, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). *Declaración tripartita de principios concernientes a las empresas multinacionales y la política social*, Ginebra, 2001, Organización Internacional del Trabajo (OIT).

empresarial propone que la empresa sea el centro del crecimiento económico, el desarrollo social y la sustentabilidad ambiental; esta perspectiva prohíbe la explotación de la mano de obra y la degradación ambiental y; promueve la dignificación del trabajo, la elaboración de productos inocuos y el uso racional de los recursos en el proceso productivo y la comercialización (Greaves, 2006).

Así pues, la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) es inherente a la empresa, se ha convertido en una nueva forma de gestión y de hacer negocios, en la cual la empresa se ocupa de que sus operaciones sean sustentables en lo económico, lo social y lo ambiental, buscando la preservación del medio ambiente y la sustentabilidad de las generaciones futuras; es una visión de negocios que integra el respeto por las personas, los valores éticos, la comunidad y el medioambiente con la gestión misma de la empresa (Gallardo y Sánchez, 2013).

Cantú (2013) establece que actualmente un comportamiento socialmente responsable está fundamentado en el interés empresarial por una sustentabilidad de orden social, ambiental y económica, ya que de ahí provienen los principales insumos para mantener tanto el capital natural como el capital humano, el cual se debe observar como el exponente más superlativo en el origen de la cadena de valor. De tal forma que la responsabilidad social empresarial se inscribe como un instrumento para fortalecer el desarrollo sustentable e imputa, como urgente y necesario, un nuevo ordenamiento mundial en las actividades productivas, bajo la consigna de que una conducta empresarial socialmente imprudente tiene amplias consecuencias con

afectaciones globales y; como derivación, las demandas y exigencias de la sociedad y gobiernos hacia las empresas crecerán.

Sotomayor, Sotelo y Sotomayor (2008) proponen un conjunto de políticas y procedimientos de Responsabilidad Social Empresarial clasificadas en las siguientes dimensiones:

- a) Valores y Coherencia: destinados a establecer el marco teórico que orienta la gestión de la empresa.
- b) Público interno: son acciones que mejoran la calidad de vida de los trabajadores de la empresa.
- c) Relación con proveedores: prácticas que le entregan estabilidad y posibilidades de desarrollo a los proveedores en el largo plazo.
- d) Relación con consumidores: se asegura el respeto y la transparencia con los clientes.
- e) Relaciones con la comunidad: se establece la relación con las personas a afectadas por las actividades de la empresa y su rol con los grupos que integran la comunidad.
- f) Medio ambiente: implementación de sistemas de gestión ambiental que aseguren el desempeño sostenible de la empresa.

Cajiga (S/F) expone que para que una empresa pueda considerarse socialmente responsable es necesario que su actuar se desarrolle en un marco integral de responsabilidades, las cuales se pueden agrupar en los siguientes rubros:

- **Económico interno:** su responsabilidad se enfoca a la generación y distribución del valor agregado entre colaboradores y accionistas, considerando no sólo las condiciones de mercado sino también la equidad y la justicia.
- **Económico externo:** implica la generación y distribución de bienes y servicios útiles y rentables para la comunidad, además de su aportación a la causa pública vía la contribución impositiva.
- **Social interno:** implica la responsabilidad compartida y subsidiaria de inversionistas, directivos, colaboradores y proveedores para el cuidado y fomento de la calidad de vida en el trabajo y el desarrollo integral y pleno de todos ellos.
- **Sociocultural y política externa:** conlleva a la realización de acciones y aportaciones propias y gremiales seleccionadas para contribuir con tiempo y recursos a la generación de condiciones que permitan y favorezcan la expansión del espíritu empresarial y el pleno desarrollo de las comunidades y, por tanto, a un entorno de mercado favorable para el desarrollo de su negocio.
- **Ecológico interno:** implica la responsabilidad total sobre las repercusiones ambientales de sus procesos, productos y subproductos y, por lo tanto, la prevención o reparación de los daños que causen o pudieran causar.
- **Ecológico externo:** conlleva a la realización de acciones específicas para contribuir a la preservación y mejora de la herencia ecológica común para el bien de la humanidad actual y futura.

El tema de responsabilidad social contempla un conjunto dimensional o un marco integral de responsabilidades; sin embargo esta investigación se focaliza en la dimensión o rubro ambiental, a razón de la competencia y temática central de este proyecto de tesis. Un análisis exhaustivo de la RSE en la dimensión ambiental de la industria cementera debe contemplar la observación del cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, las acciones realizadas por las empresas cementeras en este ámbito y su alineación a las propuestas de RSE internacionales tales como: los principios 7, 8 y 9 del Pacto Mundial, las líneas directrices de la OCDE para empresas multinacionales relativas al medio ambiente y contenidas en el capítulo VI, el principio de respeto al medio ambiente de la mesa redonda Caux, los indicadores de la Iniciativa de Reporte Global (GRI), entre otros. En el cuadro 14 se describen algunos conceptos que se deben analizar para determinar el grado de RSE de una empresa en la dimensión ambiental.

Cuadro 14: Estándares Internacionales de RSE en la dimensión medioambiental.

Pacto Mundial de las Naciones Unidas	Enfoque preventivo que favorezca el medio ambiente.
	Fomentar las iniciativas que promuevan una mayor responsabilidad ambiental.
	Favorecer el desarrollo y la difusión de las tecnologías respetuosas con el medio ambiente.
Líneas directrices de la OCDE	Recopilación y evaluación de información adecuada y puntual relativa al impacto de sus actividades sobre el medio ambiente, la salud y la seguridad.
	Fijación de metas cuantificables y de objetivos relacionados con la mejora de sus resultados medioambientales y de la utilización de sus recursos.
	Seguimiento y el control regulares de los avances en el cumplimiento de los objetivos o metas.
	Proporcionar información adecuada, medible y verificable (si es posible) sobre los impactos potenciales de las actividades de la empresa sobre el medio ambiente, la salud y la seguridad.
	Comunicación y consulta adecuada y puntual con las comunidades directamente afectadas por las políticas medioambientales, de salud y seguridad de la empresa y por su aplicación.

	<p>Evaluar los impactos previsibles relacionados con el medio ambiente, la salud y la seguridad, asociados a los procedimientos, bienes y servicios de la empresa a lo largo de todo su ciclo de vida.</p> <p>No utilizar la falta de certeza científica absoluta para postergar la adopción de medidas para prevenir o minimizar los posibles daños graves al medio ambiente.</p> <p>Mantener planes de emergencia destinados a prevenir, atenuar y controlar los daños graves al medio ambiente y a la salud derivados de sus actividades, incluidos los casos de accidentes y de situaciones de emergencia y, establecer mecanismos para alertar de forma inmediata a las autoridades competentes.</p> <p>Adopción de tecnologías y procedimientos de explotación que sean reflejo de la calidad medioambiental.</p> <p>Desarrollo y el suministro de productos y servicios que no tengan efectos medioambientales indebidos; que el uso para el que fueron elaborados no revista peligro; que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero; que sean eficientes en cuanto a consumo de energía y de recursos naturales y; que puedan reutilizarse, reciclarse o eliminarse de una manera segura.</p> <p>Fomento de mayores niveles de sensibilización entre los clientes acerca de las implicaciones medioambientales del uso de los productos y servicios de la empresa.</p> <p>Estudio y la evaluación de medios para mejorar los resultados medioambientales de la empresa a largo plazo.</p> <p>Proporcionar formación y capacitación adecuadas a los empleados en materia de medio ambiente, salud y seguridad.</p> <p>Contribuir al desarrollo de una política pública útil y eficiente desde el punto de vista medioambiental y económica.</p>
<p>Libro Verde: Fomentar un marco europeo para la responsabilidad social de las empresas.</p>	<p>Disminución del consumo de recursos o de los desechos y las emisiones contaminantes puede reducir el impacto sobre el medio ambiente.</p> <p>Colaboración con el gobierno para establecer un programa de asistencia para comprender y cumplir los requisitos medioambientales.</p> <p>Identificar las oportunidades de mejora de los resultados ecológicos y trabajar para aprovecharlas de manera sistemática.</p> <p>Promover la transparencia, verificación y unificación de criterios en el uso de etiquetas ecológicas.</p> <p>Uso de tecnologías integradas más limpias que permitan la eficiencia en el uso de los recursos y la reducción de residuos.</p>
<p>ISO 26000</p>	<p>Prevención de la contaminación.</p> <p>Uso sostenible de los recursos.</p> <p>Mitigación y adaptación al cambio climático.</p> <p>Protección del medio ambiente, biodiversidad y restauración de hábitats naturales.</p>
<p>Indicadores de la Iniciativa de Reporte Global (GRI)</p>	<p>Materiales utilizados, por peso o volumen.</p> <p>Porcentaje de los materiales utilizados que son materiales valorizados.</p> <p>Consumo directo de energía desglosado por fuentes primarias.</p> <p>Consumo indirecto de energía desglosado por fuentes primarias.</p> <p>Ahorro de energía debido a la conservación y a mejoras en la eficiencia.</p>

Iniciativas para proporcionar productos y servicios eficientes en el consumo de energía o basados en energías renovables y, las reducciones en el consumo de energía como resultado de dichas iniciativas.
Iniciativas para reducir el consumo indirecto de energía y las reducciones logradas con dichas iniciativas.
Captación total de agua por fuentes.
Fuentes de agua que han sido afectadas significativamente por la captación de agua.
Porcentaje de volumen total de agua reciclada y reutilizada.
Biodiversidad.
Descripción de terrenos adyacentes o ubicados dentro de espacios naturales protegidos o de áreas de alta biodiversidad no protegidas.
Descripción de los impactos más significativos en la biodiversidad en espacios naturales protegidos o en áreas de alta biodiversidad no protegidas, derivados de las actividades, productos y servicios en áreas protegidas y en áreas de alto valor en biodiversidad en zonas ajenas a las áreas protegidas.
Hábitats protegidos o restaurados.
Estrategias y acciones implantadas y planificadas para la gestión de impactos sobre la biodiversidad.
Número de especies, desglosadas en función de su peligro de extinción, incluidas en la Lista Roja de la IUCN y en listados nacionales y cuyos hábitats se encuentren en áreas afectadas por las operaciones según el grado de amenaza de la especie.
Emisiones totales, directas e indirectas, de gases de efecto invernadero, en peso.
Otras emisiones indirectas de gases de efecto invernadero, en peso.
Iniciativas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y las reducciones logradas.
Emisiones de sustancias destructoras de la capa ozono, en peso.
NO, SO y otras emisiones significativas al aire por tipo y peso.
Vertimiento total de aguas residuales, según su naturaleza y destino.
Peso total de residuos gestionados, según tipo y método de tratamiento.
Número total y volumen de los derrames accidentales más significativos.
Peso de los residuos transportados, importados, exportados o tratados que se consideran peligrosos según la clasificación del Convenio de Basilea, anexos, I, II, III y VIII y porcentaje de residuos transportados internacionalmente.
Identificación, tamaño, estado de protección y valor de biodiversidad de recursos hídricos y hábitats relacionados, afectados significativamente por vertidos de agua y aguas de escorrentía de la organización informante.
Iniciativas para mitigar los impactos ambientales de los productos y servicios y, grado de reducción de ese impacto.
Porcentaje de productos vendidos y sus materiales de embalajes, que son reclamados al final de su vida útil, por categoría de productos.
Costo de las multas significativas y número de sanciones no monetarias por incumplimiento de la normativa ambiental.
Impactos ambientales significativos del transporte de productos y otros bienes y materiales utilizados para las actividades de la organización, así como del transporte de personal.

Desglose por tipo del total de gastos e inversiones ambientales.
--

Fuente: Elaboración propia con información de las Naciones Unidas, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos líneas directrices de la OCDE, la Comisión de las Comunidades Europeas, la Organización Internacional de Estandarización y la Iniciativa de Reporte Global.

Cuadro 15: Identificación de elementos de RSE de la dimensión ambiental en la industria cementera.

Criterios	Cemex	Holcim Apasco	Cementos Moctezuma	Cementos Chihuahua	Lafarge	Cementos y Concretos Nacionales
Actitud proactiva a exigencias ambientales						
Se establece una declaración de principios ambientales	Si	Si	Si	Si	No	No
Se cumple la legislación vigente de impacto ambiental	No	No	No	No	No	No
Están identificados los impactos ambientales	Si	No	No	No	No	No
Se participa en foros ambientales	Si	Si	No	No	No	No
Poseen o están en proceso de obtener una certificación en materia ambiental	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Prácticas ambientales						
En la empresa se implementan formas de ahorro energético	Si	Si	Si	Si	No	No
Se implementan medidas para disminuir y utilizar eficientemente el consumo de agua	Si	Si	Si	Si	No	No
Se implementan medidas para optimizar el uso de materias primas e insumos	Si	Si	Si	Si	No	No
Se han desarrollado prácticas relacionadas al manejo de residuos o desechos	Si	Si	No	No	No	No
Se promueve en los trabajadores las buenas prácticas medioambientales	Si	Si	No	No	No	No
Existe un plan de gestión ambiental y personas responsables de su ejecución	Si	Si	No	No	No	No

Fuente: Elaboración propia con información publicada por las empresas cementeras.

En virtud de que el alcance de esta investigación no es determinar el nivel de responsabilidad social empresarial en la dimensión ambiental, únicamente se validará cualitativamente la susceptibilidad de las empresas cementeras mexicanas para adoptar medidas de RSE ambientales considerando lo establecido por Sotomayor, et al. (2008), se proponen los criterios del cuadro 15; los cuales son “evaluados” con un “Sí” o un “No” en función de la información encontrada al realizar una búsqueda exhaustiva en las páginas web de las empresas cementeras y en otras fuentes de información tales como periódicos, ONG’s e instituciones gubernamentales. Es necesario precisar, que la información mostrada en el cuadro 15 debe ser interpretada bajo la reserva de que únicamente se consideró la información publicada en internet. Enseguida del cuadro, se describen las acciones encontradas para cada una de las empresas conforme a los criterios establecidos por Sotomayor, et al. (2008).

4.5.1 Actitud proactiva a exigencias ambientales.

4.5.1.1 Establecimiento de declaración de principios ambientales.

Cemex (S/F) publica en su código de ética y conducta su compromiso por realizar desarrollar sus operaciones y actividades en armonía con la naturaleza y de una forma responsable y sustentable que minimice el impacto ambiental, propone mitigar el impacto ecológico, monitorear y controlar las emisiones, gestionar la conservación de la biodiversidad de los

terrenos circundantes a nuestras locaciones, minimizar las molestias ocasionadas por el ruido, vibraciones y tráfico; optimizar el uso de agua; reducir y reciclar los desechos.

Holcim Apasco informa, que su política ambiental está sustentada en 4 pilares los cuales contienen principios para establecer y revisar los objetivos y metas ambientales y, su progreso, con el fin de prevenir la contaminación ambiental. Estos son: sistema de gestión, mediante el cual se aplican directrices y normas ambientales a nivel mundial, se monitorean los resultados y se promueve el compromiso a través de la capacitación y la integración de los colaboradores y procesos de negocio; aprovechamiento de recursos, con el cual se promueve la eficiencia ecológica, la conservación de recursos naturales no renovables y el reciclaje de materiales secundarios y, se invierte en el desarrollo de productos y procesos innovadores y sustentables; impactos ambientales, que tiene como finalidad la medición de los resultados, mejorar y promover las mejores prácticas de la industria y, relación con el público, con la cual se pretende mantener un diálogo activo con el público y divulgar información acerca de los logros en materia ambiental (Holcim, 2013c).

Cementos Moctezuma establece que son cuatro las áreas donde están enfocadas las acciones de sustentabilidad y responsabilidad social: producir cuidando el entorno, seguridad y calidad de vida de los colaboradores, ofrecer productos de la más alta calidad y relación armónica con la comunidad (Corporación Moctezuma, 2013c).

Cementos de Chihuahua publica que en materia ambiental lleva a cabo proyectos que promueven el mejoramiento ambiental a través de las siguientes líneas de acción: reforestación, desarrollo de productos verdes, energías alternas, rehabilitación de suelos y entorno, reducción de emisiones y manejo Integral de los residuos (Grupo Cementos de Chihuahua, 2012b).

Cementos Lafarge (Cementos Fortaleza) y Cementos y Concretos Nacionales, no anuncian en sus páginas de internet información que permita establecer si cuentan con una declaración de principios ambientales (Cementos Fortaleza, 2014 y Cementos y Concretos Nacionales, 2012).

4.5.1.2 Cumplimiento de la legislación vigente de impacto ambiental

El 3 agosto de 2013 Covarrubias informó sobre la previsión de sancionar a CEMEX por tirar clandestinamente toneladas de escombros en el río de la Sabana, Guerrero. Medina (2013) informó la interposición de una denuncia en la PGR en contra de quien resulte responsable de haber tirado desechos en el humedal de El Conchalito, en donde camioneros que trabajan en las obras de pavimentación de CEMEX, vierten materiales sobre la zona federal marítimo terrestre. El Informe de Desarrollo Sustentable 2010 de CEMEX también reporta los casos de incumplimiento ambiental 2008, 2009, 2010 con 67, 67 y 65 casos respectivamente, el Informe de Desarrollo Sustentable 2012 indica que estos casos de incumplimiento ambiental fueron 0 en 2011 y 1 en 2012.

Santos (2005) publicó la posibilidad de ejercer acción penal en contra de la empresa Ecoltec S.A. de C.V., filial de Holcim Apasco, en su planta de Orizaba a razón de un accidente de quema de residuos altamente peligrosos y tóxicos. El 16 de julio de 2010, fueron publicadas las exigencias de la asociación “Greenpeace” para denunciar los daños que “Ecoltec”, había provocado al menos 15 fugas de compuestos químicos peligrosos y emanaciones de tóxicos que causaron severos problemas en la vías respiratorias de los pobladores de Apaxco, Estado de México, también refieren la muerte de 11 campesinos en 2009, debido a emanaciones de tóxicos de la planta (Radiofórmula, 2010). En los Informes de Desarrollo Sustentable 2006 y 2009 no se divulga información acerca de incidentes ambientales, el informe de Desarrollo Sustentable 2012 fue presentado en Noviembre de 2013 ante los medios de comunicación (El semanario sin límites, 2013), sin embargo no ha sido publicado el documento electrónico.

Uscanga (2013) publicó la demanda de pobladores del municipio de Apazapan, Veracruz; la cual versa de una inconformidad hacia la cementera por estar provocando enfermedades respiratorias en las personas, afectaciones en flora y fauna y el vertimiento de sus aguas residuales al cauce del río Los Pescados. En mayo de 2013, César Arellano, periodista de la “La Jornada” advirtió sobre estas afectaciones y puntualizó que la cementera Moctezuma, a través de sus constantes emisiones de polvo de cemento, ha perjudicado el campo agrícola; afirma que las cosechas han disminuido en cantidad y calidad, especificando el caso de la cosecha de mango manila. Marín (2014) publicó que el delegado de la PROFEPA en Veracruz, José Eduardo Silva Bolio, negó que existan afectaciones.

Ávila (2009) expone que la fabricación del cemento es un proceso contaminante por los químicos que intervienen en la obtención del producto final; agrega que, el proceso productivo genera grandes masas de partículas de polvo con alto contenido de calcio, magnesio, dióxido de carbono entre otros, las cuales son emanadas al espacio contaminando el aire, además también se producen cantidades importantes de aguas residuales que son descargadas, muchas veces, en ríos cercanos. Establece que las materias descargadas por las fábricas de cemento a la atmósfera son potencialmente dañinas para la vida humana, flora y fauna y; que se están generando graves consecuencias con efectos irreversibles, tales como: problemas respiratorios, enfermedades en la piel, cancerígenos, daño al subsuelo, agua y los animales entre otras. Es importante mencionar que no se encontró información publicada en internet referente a denuncias formales hechas ante PROFEPA contra posibles daños ambientales ocasionados por Cementos de Chihuahua, Cementos Lafarge y Cementos y Concretos Nacionales; sin embargo en diciembre de 2013 se publicó en la revista énfasis una nota en la cual se anunció la creación de un “Frente de Comunidades contra la Incineración” con el cual se pretende, fundamentalmente, que la regulación esté sustentada en el conocimiento de los impactos negativos generados por la industria (Revista Énfasis, 2013).

4.5.1.3 Identificación de los impactos ambientales

CEMEX ha desarrollado un Sistema de Gestión Ambiental a través del cual, entre otras atribuciones, se identifican los problemas medioambientales y sus impactos; los problemas

ambientales más relevantes son: calidad del aire, biodiversidad, uso del agua, residuos, alteraciones e incidentes ambientales (Informe de Desarrollo Sustentable, 2012).

Holcim (2003) señala que han establecido estrategias que buscan diseñar y ofrecer productos que sustituyan materias primas naturales, causando menos impactos negativos al medio ambiente, sin afectar la calidad de los mismos, sin embargo no especifica cuáles son los impactos ambientales que genera.

En las páginas de internet de Cementos Moctezuma, Cementos de Chihuahua, Cementos Lafarge y Cementos y Concretos Nacionales no se establece la identificación de impactos ambientales (Corporación Moctezuma, 2013c; Grupo Cementos de Chihuahua, 2012b; Cementos Fortaleza, 2014 y; Cementos y Concretos Nacionales, 2012).

4.5.1.4 Participación en foros ambientales

El Informe de Desarrollo Sustentable (2012) publica la participación de CEMEX en foros con ponencias diversas e impartición del módulo ambiental del diplomado en Responsabilidad Social, con Ibero Torreón; otro ejemplo de esta participación de CEMEX en foros ambientales es la organización, en noviembre de 2013, del Foro Ambiental de Empresas Socialmente Responsables con el tema: "Competitividad para las empresas verdes", en conjunto con la Universidad Marista de Mérida y Reforestamos México. A.C. (Corresponsables, 2013).

Pese a que Holcim Apasco no publica oficialmente la participación de la empresa en foros ambientales, Arquired (2012) precisa información sobre la participación de la empresa en el “Foro de Energía Fronteriza (Border Energy Forum) México-Estados Unidos para conocer su diseño sustentable y sus sistemas de ahorro de energía y agua”.

Con la información de internet no se pudo constatar la participación en foros ambientales de: Cementos Moctezuma, Cementos de Chihuahua, Cementos Lafarge y Cementos y Concretos Nacionales (Corporación Moctezuma, 2013c; Grupo Cementos de Chihuahua, 2012b; Cementos Fortaleza, 2014 y; Cementos y Concretos Nacionales, 2012).

4.5.1.5 Obtención o proceso de obtención de una certificación en materia ambiental

El Informe de Desarrollo Sustentable (2012) divulga las certificaciones obtenidas por CEMEX en materia ambiental, siendo estas: GEI México, otorgado por octavo año consecutivo por participar en el programa voluntario de contabilidad y reporte de emisiones de gases de efecto invernadero, con la metodología del Cement Sustainability Initiative (CSI) y el World Resources Institute (WRI); liderazgo ambiental para la competitividad, otorgado por apoyar a pymes a mejorar su desempeño ambiental y ser más eficientes; reconocimiento al ciudadano ambiental, otorgado por ser una empresa comprometida con el cuidado del medio ambiente; transporte limpio, otorgado por segundo año consecutivo por lograr que la flotilla sea más eficiente y sustentable; industria limpia, este sistema de gestión ambiental que mide la mejora continua en los procesos, servicios y productos, a través de la ecoeficiencia, validó el 100 % de cumplimiento

para las plantas de cemento, 10% para las plantas de concreto y 40% para las plantas de agregados y; el certificado de calidad ambiental se obtuvo para la terminal de Playa del Carmen y Manzanillo.

Holcim Apasco cuenta con siete plantas cementeras que poseen con certificado ISO 14001 e Industria Limpia (Holcim, 2013a); la Certificación ISO 14001 se otorga sólo a las empresas que cuentan con un marco para establecer un sistema eficaz de gestión ambiental (Organización Internacional para la Estandarización⁸³, 2009).

Cementos Moctezuma cuenta con: certificado de Industria Limpia, otorgado por la (PROFEPA) en sus plantas productoras de cementos; un Sistema Integrado llamado SICMAS con Responsabilidad Social, conformado por cuatro normas de gestión de Calidad, Medio Ambiente, Seguridad y Salud en el Trabajo y Responsabilidad Social; basadas en las normas: ISO 9001:2000, ISO 14001:2004, OHSAS 18001:1999 y NMX-SAST-004-IMNC:2004, respectivamente; certificación de excelencia ambiental, premio que se otorga a aquellas industrias que han logrado un desempeño sobresaliente de vanguardia en el cuidado y mejoramiento del medio ambiente (Corporación Moctezuma, 2013a).

Cementos de Chihuahua está certificada como Industria Limpia, posee el certificado ISO 14001, el certificado de Excelencia Ambiental y el premio nacional de ahorro de energía (Grupo Cementos de Chihuahua, 2012a). Además está reconocida como empresa socialmente

⁸³ Mejor conocida por sus siglas en inglés como ISO.

responsable por el Centro Mexicano de Filantropía (Instituto Mexicano del Concreto y del Cemento, 2011).

Cementos Lafarge y Cementos y Concretos nacionales cuentan con la certificación de industria limpia otorgada por la procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Instituto Mexicano del Concreto y del Cemento, 2011).

4.5.2 Prácticas ambientales

4.5.2.1 Implementación de formas de ahorro energético

El Informe de Desarrollo Sustentable expone que en 2012 CEMEX produjo una reducción en el uso de combustibles fósiles y un aumento en el uso de combustibles alternos, con respecto a los últimos 3 años. El 29.1% de la energía utilizada en los procesos fue generada en granjas eólicas. También se logró sustituir el 17% de los combustibles fósiles tradicionales por alternos, entre ellos la FIRSU (Fracción Inorgánica del Residuo Sólido Urbano).

Holcim Apasco publica que en los últimos 20 años se ha logrado reducir el 19.9% del consumo de energía; lo cual se ha logrado a través de la implementación de las siguientes iniciativas: programa multianual de inversiones para sustituir equipos de alto consumo de energía por equipos de bajo consumo de última generación, diagnósticos para identificar ahorros mediante

un programa de modernización, reducción de los traslados de los productos y renovación de equipos periódicamente.

De manera muy escueta Cementos Moctezuma informa que los hornos utilizados en el procesamiento de las materias primas permiten el uso de combustibles alternos que disminuyen el consumo energético y reducen el nivel de emisiones contaminantes (Corporación Moctezuma, 2013c).

El Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto (2011) expone que Cementos de Chihuahua ha disminuido el consumo de energía eléctrica y calorífica, lo cual ha logrado gracias al uso de motores eficientes y el uso de combustibles alternos (llantas usadas y otros desperdicios como cáscara de nuez).

Para Cementos Lafarge y Cementos y Concretos nacionales no se encontró información relacionada a la Implementación de formas de ahorro energético.

4.5.2.2 Implementación de medidas para disminuir y utilizar eficientemente el consumo de agua

El Informe de Desarrollo Sustentable (2012) muestra que CEMEX realizó un consumo total de agua representa un 8% menos que el de 2011. Asimismo, se informa que se trataron aproximadamente de 180,000 m³ de agua, lo que representa el recurso necesario para cubrir los

requerimientos de 144,000 familias en un año y se cuenta con sistemas de reciclaje de agua en todas las plantas de cemento y en todas las plantas fijas de concretos.

Si bien Holcim Apasco publica que lleva a cabo medidas para el uso eficiente del agua, no publica cifras del ahorro que han obtenido; estas medidas son: requisitos generales para gestionar el agua de manera eficiente y responsable en todas las operaciones; herramienta para proporcionar mediciones de agua confiables y precisas en los sitios de trabajo y; establecimiento de criterios y procedimientos coherentes para llevar a cabo la evaluación y cartografía de riesgos relacionados con el agua y para determinar el nivel de los controles requeridos en nuestros sitios operativos.

Cementos Moctezuma refiere que sus plantas están equipadas con sistemas de recuperación de agua y reutilización de agua de servicios, sin embargo no hay información cuantitativa del ahorro que han producido (Corporación Moctezuma, 2013c).

En internet no existe información publicada para poder constatar la implementación de acciones para el ahorro en el consumo de agua de: Cementos de Chihuahua, Cementos Lafarge y Cementos y Concretos Nacionales (Grupo Cementos de Chihuahua, 2012b; Cementos Fortaleza, 2014 y; Cementos y Concretos Nacionales, 2012).

4.5.2.3 Implementación de medidas para optimizar el uso de materias primas e insumos

El Informe de Desarrollo Sustentable expone que en 2012 en CEMEX el 7.5% de las materias primas es de naturaleza alterna y; cuentan con el compromiso de continuar los esfuerzos de optimizar el uso de la limitada disponibilidad de materias primas alternativas (cenizas volantes, escoria y puzolana).

Holcim México expone que han decidido operar de forma ambiental, económica y socialmente benéfica a través del incremento del uso de “Materias Primas y Combustibles Alternos (AFR)”. A través de su empresa filial Ecoltec, se implementan soluciones ambientales a través de un servicio profesional y seguro para la recolección, transporte, manejo, tratamiento y co-procesamiento de residuos (Holcim, 2013b).

Cementos Moctezuma informa en la calcinación de los insumos para la producción del cemento se utiliza el calor resultante para precalentar las materias primas, optimizando el uso de recursos energéticos no renovables (Corporación Moctezuma, 2013c).

Para Cementos de Chihuahua, Cementos Lafarge y Cementos y Concretos nacionales no se encontró información relacionada a la Implementación de medidas para optimizar el uso de materias primas e insumos (Grupo Cementos de Chihuahua, 2012b; Cementos Fortaleza, 2014 y; Cementos y Concretos Nacionales, 2012).

4.5.2.4 Desarrollo de prácticas relacionadas al manejo de residuos o desechos

En 2012 CEMEX, señala el crecimiento en 23.6% de las toneladas de subproductos reciclados mediante co-procesamiento que se utilizaron como materia prima alterna, evitando que 560 mil toneladas de residuos fueran a rellenos sanitarios y otros sitios de disposición. Por otra parte, algunos materiales que en situación normal podrían considerarse residuos (como las estopas utilizadas en actividades de mantenimiento), al cumplir con determinadas características fisicoquímicas se convirtieron en combustible alterno; los sacos rotos y obsoletos fueron reciclados y, con ellos se generó nuevo papel o se usaron como combustible alterno (Informe de Desarrollo Sustentable, 2012).

Apegados a la Ley General para la Gestión Integral de los Residuos y a través de su empresa filial “Ecoltec”, Holcim Apasco lleva a cabo el co-procesamiento para el tratamiento y la valorización de los residuos generados durante el proceso de elaboración del cemento. El informe de desarrollo sustentable 2009 informa que del 2002 al 2008 se co-procesaron 2 millones de toneladas de residuos.

Para Cementos Moctezuma, Cementos de Chihuahua, Cementos Lafarge y Cementos y Concretos nacionales no se encontró información relacionada con el desarrollo de prácticas relacionadas al manejo de residuos o desechos (Corporación Moctezuma, 2013c; Grupo Cementos de Chihuahua, 2012b; Cementos Fortaleza, 2014 y; Cementos y Concretos Nacionales, 2012).

4.5.2.5 Promover en los trabajadores las buenas prácticas medioambientales

En el código de ética de Cemex se establece que el personal debe demostrar comportamientos medio ambientalmente correctos, cumplir y hacer cumplir las normas, políticas y procedimientos de preservación del medio ambiente establecidos por la empresa, así como reportar cualquier riesgo ambiental potencial. Indica que todos los supervisores y gerentes son responsables de definir roles responsabilidades claros para proteger el medio ambiente, proveer recursos apropiados, medir, revisar y continuamente mejorar el desempeño ambiental de CEMEX. Además, se expone que buscan participar en las campañas y prácticas ambientales, siguiendo las directrices emitidas por la empresa; el Informe de Desarrollo Sustentable (2012) establece que el 100% de los colaboradores de CEMEX, de confianza, sindicalizados y externos, firmaron y reconocieron el Código de Ética.

El código de conducta de Holcim Apasco afirma que en los trabajadores de la empresa existe un esfuerzo por preservar el medio ambiente para las generaciones futuras. Para lo cual se busca el equilibrio entre crecimiento económico, mejoramiento continuo del desempeño ambiental y responsabilidad social (Holcim México, 2008). El informe de desarrollo sustentable 2009 informa que en 2008 el 77% de los trabajadores involucrados en prácticas comerciales habían recibido capacitación sobre comportamientos competitivos correctos (Holcim México, 2009).

Para Cementos Moctezuma, Cementos de Chihuahua, Cementos Lafarge y Cementos y Concretos nacionales no se encontró información que permita corroborar que se promueven en

los trabajadores las buenas prácticas medioambientales (Corporación Moctezuma, 2013c; Grupo Cementos de Chihuahua, 2012b; Cementos Fortaleza, 2014 y; Cementos y Concretos Nacionales, 2012).

4.5.2.6 Plan de gestión ambiental y personas responsables de su ejecución

Entre las acciones del plan de gestión de la huella ecológica de CEMEX, se encuentran: reducción de emisiones directas netas de CO₂, incrementar la utilización de combustibles alternos, disminuir la tasa de combustibles de biomasa, aumentar el uso de materias primas alternas, contar con sitios activos con planes de rehabilitación de canteras, atender el 100% de asuntos de biodiversidad en las plantas activas de cemento, reducir las emisiones de polvo reducir las emisiones de NO_x, incrementar el consumo de energía eléctrica producida por fuentes eólicas, contar con el 100% de las operaciones con sistema de reciclaje de agua, realizar el 100% de operaciones con sistema de gestión ambiental y, minimizar los incidentes ambientales y los casos de incumplimiento ambiental. No se publica información sobre las personas responsables de la ejecución de las acciones de gestión ambiental.

Para Holcim Apasco (México), Cementos Moctezuma, Cementos de Chihuahua y Cementos y Concretos Nacionales no existe información publicada en medios electrónicos a través de la cual se pueda conocer la existencia de un plan de gestión ambiental y quienes son las personas responsables de su ejecución (Holcim, 2013c; Corporación Moctezuma, 2013c; Grupo

Cementos de Chihuahua, 2012b; Cementos Fortaleza, 2014 y; Cementos y Concretos Nacionales, 2012).

Del análisis realizado, cabe precisar que de los 5 criterios que indican la actitud proactiva de las empresas cementeras a exigencias ambientales existe cumplimiento de 43% en los criterios de: declaración de principios ambientales, cumplimiento de la legislación vigente de impacto ambiental, identificación de impactos ambientales, participación en foros ambientales y posesión de certificación en materia ambiental, siendo éste último criterio en el que las 6 empresas cementeras cumplen; y en el opuesto está el criterio de cumplimiento de la legislación vigente de impacto ambiental, en virtud de que todas las empresas tienen por lo menos un incidente que ha menoscabado el cabal cumplimiento de la normatividad ambiental. Desde otra perspectiva el ejercicio realizado muestra que CEMEX es la empresa que cumple con 4 de los 5 criterios clasificados como “actitud proactiva a exigencias ambientales”, mientras que Lafrage y Cementos y Concretos Nacionales cumplen con 1 de 5 cada una.

En lo que respecta a los 6 criterios que implican la realización de prácticas ambientales, las empresas cementeras cumplen el 50% de estos criterios, los cuáles son: implementación formas de ahorro energético, llevar a cabo medidas para disminuir y utilizar eficientemente el consumo de agua, contar con medidas para optimizar el uso de materias primas e insumos, desarrollar prácticas relacionadas al manejo de residuos o desechos, promover en los trabajadores las buenas prácticas medioambientales y, existencia de un plan de gestión ambiental y personas responsables de su ejecución; en los 3 primeros criterios (implementación formas de ahorro

energético, llevar a cabo medidas para disminuir y utilizar eficientemente el consumo de agua y, contar con medidas para optimizar el uso de materias primas e insumos) 4 de las 6 empresas realizan acciones para dar cumplimiento, mientras que en los 3 últimos criterios (desarrollar prácticas relacionadas al manejo de residuos o desechos, promover en los trabajadores las buenas prácticas medioambientales y, existencia de un plan de gestión ambiental y personas responsables de su ejecución) 2 de las 6 empresas llevan a cabo acciones para dar cumplimiento al criterio. Análogamente a la otra perspectiva de análisis, el ejercicio muestra que CEMEX y Holcim Apasco cumplen con los 6 criterios clasificados como “prácticas ambientales”, mientras que Lafrage y Cementos y Concretos Nacionales, no dan evidencia de realizar acciones en este rubro.

Con el 47% en el cumplimiento de los 11 criterios de responsabilidad ambiental ejercida por las empresas cementeras y destacando a CEMEX y a Holcim Apasco como las empresas que llevan a cabo acciones para cumplir con el 91% y 82% de los rubros estudiados; es posible sugerir que la industria cementera muestra receptividad para la implementación de acciones que reduzcan los impactos ambientales y un particular interés por contribuir con las acciones encaminadas a combatir el cambio climático. Por tanto, la posible aplicación de permisos de contaminación en la industria cementera se considera factible en virtud del ánimo de la industria por contribuir con acciones de responsabilidad social de carácter ambiental.

5 CONCLUSIONES

De la información contenida en el capítulo 1 es posible aseverar que existe una aprobación gradual en la colectividad científica de que el cambio climático es una amenaza existente y vigente; no obstante, aún hay una gran inseguridad sobre la celeridad, extensión e incluso sobre la dirección de las alteraciones climáticas en ciernes, ya que hay evidencias de que sus marcas físicas y económicas en el mundo, se hallan distribuidas desigualmente. En este sentido, la postura de esta investigación sobre el cambio climático es contribuir al discernimiento, de tal manera que las aportaciones aquí expuestas solo pretenden estimular el juicio teórico, que se relaciona con el cambio climático, que se ve documentado desde 1827 y que; en las últimas décadas, está bastante fortalecido por el respaldo miles de científicos e iniciativas de carácter internacional. Sin embargo, se respetan las opiniones que objetan la explicación teórica del cambio climático actualmente, debido a que se reconocen en ellas el carácter de racionalidad y la capacidad de criticar el conocimiento científico. No obstante, la mayoría de los escépticos no niegan la existencia de un cambio climático antropogénico, sin embargo, aseveran que el nerviosismo científico y la vinculación a ciertas vertientes políticas, desfavorece la correcta toma de decisiones. Por otra parte hay quienes sostienen tajantemente que el cambio climático no coexiste y los que afirman que sí, no pueden demostrar fehacientemente que su origen sea antropogénico. Existe la convicción de la urgencia de enfrentar el cambio climático y el convencimiento está sustentado en la imperante necesidad de atenuar el pago de la factura al medio ambiente de los daños que hemos causado por considerarnos superiores al contexto de

la trama que regula y codifica el planeta. Así pues, se favorece el argumento de que el problema del cambio climático, es una valiosa oportunidad de tener una transformación económica, social y ambiental, necesaria para el desarrollo integral de nuestra sociedad y; así detener el menoscabo ambiental, buscar una generalización de esta conciencia ambiental que deberá promover un cambio social y, que deberá dar paso a la solución a la crisis ambiental actual.

En la reflexión del contenido del capítulo 2 y haciendo una analogía con el análisis de los derechos sociales hecho por Carbonell y Ferrer (2014) expongo y enfatizo la preocupación por que los derechos ambientales sean *efectivos en la práctica*, en el entendido de que si esto fuese una realidad, la sustentabilidad ambiental y social estarían más cercanas del nivel óptimo deseable; en este sentido se propone que los derechos ambientales sean concebidos como una condición necesaria para el desarrollo pleno de la sociedad y considerados como elemento indispensable a tomar en cuenta en las actividades productivas. En el libro “*Los Derechos Sociales y su Justiciabilidad Directa*” se expone que la primera condición para que un derecho humano sea respetado es que se le conozca y esta frase es cien por ciento aplicable a los derechos ambientales, que además tienen la complejidad implícita de la falta de comprensión y conocimiento total que se debe tener del medio ambiente (Carbonell y Ferrer, 2014 P. VIII).

En este documento se expuso que para construir una concientización humana que propicie esfuerzos favorables en temas ambientales es necesario que concurran las aportaciones de una diversidad de actores económicos, sociales, políticos, científicos y académicos orientadas hacia un mismo fin: dar plena garantía para que el medio ambiente sea respetado y valorado.

Hace tan sólo cuatro décadas que la humanidad decidió considerar al medio ambiente como un elemento susceptible de protección, como un componente imprescindible para el desarrollo sustentable; los acuerdos políticos internacionales en materia ambiental han impulsado que en nuestro país se incluyan los temas ambientales en las agendas públicas. La gestión ambiental en México inició a principios de la década de los setenta, con una orientación a la salud pública; una legislación muy limitada; un marco institucional asociado a la salubridad y los asentamientos humanos; una incipiente capacidad humana y limitados recursos financieros y técnicos. Al adquirirse internacionalmente un compromiso más fuerte por la protección de los ecosistemas y al otorgarse mayor prioridad política a los temas ambientales, se suscitaron reorganizaciones institucionales y se emitió el primer ordenamiento para preservar y restaurar el equilibrio ecológico, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; cambios en la orientación, el enfoque, la sectorización, la organización y la normatividad hicieron que se transitara a la etapa contemporánea de gestión ambiental, la cual si bien se ha alimentado de avances en el conocimiento científico y aportaciones internacionales en materia de política ambiental, también se adolece de problemas, tales como: la orientación parcial dominada por el cuidado ambiental, un soporte institucional limitado al comando y control, una agenda focalizada a los recursos renovables, carencia de evaluación, ineficacia en la aplicación normativa, un carácter centralista y recursos económicos insuficientes (Provencio, 2004). La gestión ambiental seguirá un proceso de consolidación que requiere nuevas exigencias instrumentales, de operación o aplicación, de financiamiento, de legislación, de evaluación, de cooperación social y de cambios generalizados de paradigmas.

De manera particular la gestión ambiental del cambio climático se encuentra en un grado de menor madurez, la dificultad de asociar científicamente el cambio climático a la actividad industrial, las posibles implicaciones de frenar el crecimiento económico y la falta de consenso entre los países, han debilitado el acuerdo internacional para la reducción de emisiones de GEI. No obstante, en México se han realizado esfuerzos legislativos e institucionales, aún insuficientes, para hacer frente a este desafío ambiental; recientemente los legisladores dieron vigencia a la Ley General de Cambio Climático con la LGCC, sin embargo, aún está pendiente la creación del marco normativo secundario que contemple la emisión de: reglas de operación y funcionamiento, reglamentos orgánicos y leyes complementarias que regulen aspectos relacionados al cambio climático; en otras palabras con el ordenamiento jurídico vigente se dio respuesta al ¿Qué? pero no al ¿Cómo, Cuándo, Dónde, Quién y Para qué?. El marco institucional se fortaleció al ampliar la red de organismos gubernamentales que habrán de realizar sinergias para enfrentar la vulnerabilidad y los riesgos del país ante el fenómeno y establecer las acciones prioritarias de mitigación y adaptación; esta red prevista en la LGCC es llamada SINACC (Sistema Nacional de Cambio Climático) y la integran la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático; el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático; el Consejo de Cambio Climático; las entidades federativas; las asociaciones de autoridades municipales y; el Congreso de la Unión. A nivel Estatal el tema es incipiente pues apenas 10 Estados han concluido su Plan Estatal de Acción Climática; a nivel municipal la información es todavía más desalentadora, el INECC no publica la existencia de Programas Municipales de Cambio Climático, de una búsqueda realizada de manera virtual los resultados de Programas Municipales de Cambio Climático no sobrepasan de

15; para fortalecer la estructura institucional se requiere que el cambio climático sea un tema prioritario para los tres niveles de gobierno y los tres poderes de la unión.

Haciendo alusión a las palabras de Carbonell y Ferrer (2014, P. X) “no hay mejor sistema de garantía de los derechos que una sociedad alerta y vigilante, que esté decidida a exigir los derechos frente a los poderes públicos y privados... De la misma forma, una sociedad adormecida, ausente, incapaz de articular mecanismos de defensa jurídica de los derechos..., estará renunciando a sus posibilidades de desarrollo”; ante la incapacidad actual del Estado de hacer justiciables los derechos ambientales, los seres humanos tenemos la obligación de estar en permanente vigilia de que no existan afectaciones ambientales derivadas de actividades humanas y, en caso de que sucedan, exigir que sean resarcidos los daños.

La importancia del actuar social es pieza fundamental, es necesario que seamos sensibles, que hagamos conciencia, para que tanto las instituciones públicas, privadas así como los organismos no gubernamentales, participen en la conformación de una acción de concientización, educación y formación para que adquiramos todo el conocimiento posible en este tema, sólo así seremos capaces de incidir positivamente en la construcción de una ruta eficaz y eficiente que nos lleve a superar este problema ambiental del cual todos somos vulnerables. Las investigaciones científicas atribuyen al hombre el aumento precipitado en la temperatura del planeta, existe un peligro inminente de que muchas especies no sobrevivan a este cambio; pero aún tenemos una oportunidad de subsanar el daño, no deben escatimarse los esfuerzos, seamos parte de la solución y ya no del problema.

Así también, el cambio climático requiere la aplicación de recursos, en un estudio sin precedentes, un equipo de trabajo conformado por especialistas del Centro Mario Molina, conjuntamente con la SHCP ofrecieron un listado de 38 programas relacionados a la mitigación del cambio climático en los ramos Medio Ambiente y Recursos Naturales; Energía; Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; FONDEN; Gobernación; Hacienda y Crédito Público; Comunicaciones y Transportes y; Salud; Marina; Desarrollo Social; Turismo; Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; Pemex y; CFE. Este listado se integró al Proyecto del Presupuesto de Egresos de la Federación 2013 como “Anexo 15. Recursos para la mitigación de los efectos del cambio climático”, logran identificar que se destinarán \$31,578,874,149.00 (Aproximadamente el 2% del PIB) en la aplicación de la Política Nacional de Cambio Climático; a través de un esquema transversal en la Administración Pública Federal, con estos recursos se esperaba fomentar un desarrollo con mayor eficiencia energética, menor emisión de contaminantes y gases de efecto invernadero.

Para no tener que recurrir a una búsqueda de recursos presupuestales, de los cuales no es posible cuantificar los resultados, el poder legislativo debe destinar en un programa específico el presupuesto necesario que garantice que no habrá una falta de recursos económicos que pongan en riesgo la realización de actividades para mitigar o enfrentar el cambio climático, por su parte, el poder ejecutivo deberá asegurarse que esos recursos sean aplicados con eficiencia y eficacia y deben existir mecanismos de comprobación del ejercicio de dichos recursos; en este sentido, es necesario que en el Presupuesto de Egresos de la Federación tenga cabida un programa estrictamente dirigido a las acciones de mitigación y adaptación que se requieren

para combatir el cambio climático, cuyos recursos estén programados en términos de resultados esperados, resultados que deberán ser procesados en indicadores verdes con parámetros que permitan evaluar el avance de los programas ambientales, adicionalmente se enfatiza la importancia de que los recursos puedan ser auditados, para que en caso de haber incurrido en un mal uso o su aplicación haya tenido otro destino distinto, se pueda asignar responsabilidades y sanciones por cualquiera de estos hechos.

El capítulo 3 abordó los antecedentes y marco teórico de los permisos de contaminación; del cual cabe retomar su surgimiento dentro del pensamiento económico neoclásico en 1920, cuando en una discusión sobre el uso de instrumentos económicos en política ambiental, Arthur Cecil Pigou introdujo el concepto de externalidad y señaló que una de las maneras, no la única, de corregir las externalidades, consiste en que el Estado, impulse o restrinja las inversiones en dichas actividades, a través de primas o impuestos; planteó como solución a la problemática ambiental, la imposición de un impuesto sobre las emisiones contaminantes. Años más tarde, los responsables de la política ambiental propusieron que la forma correcta de controlar la contaminación era a través de un conjunto de normas legales, bajo este sistema el Estado fija un nivel de contaminación permitida a cada emisor, supervisa el cumplimiento de la norma e impone penalizaciones en caso de no acatar la regulación aplicable (Henry y Heinke, 1999). Las dos propuestas parecían contradictorias, los economistas planteaban que la corriente de regulación legal era una posición absolutista e ineficiente dado que se podría tener un mejor control ambiental a un menor costo económico y los ambientalistas la consideraban como la única medida eficaz para combatir la contaminación. En 1960 Ronald Coase redefinió el enfoque

de Pigou e introdujo el concepto de los derechos de propiedad, estos derechos son susceptibles a negociación; planteó “si los factores de producción son concebidos como derecho de propiedad, se facilita comprender que el derecho de hacer algo, el cual tiene un efecto dañino, es también un factor de la producción” (Tietenberg, S/F). Se retomó la idea de hacer uso de instrumentos económicos, argumentando la necesidad de que las empresas internalizaran el daño ambiental y continuaron las aportaciones sobre su operación; Crocker (1966) propuso que el gobierno determinara un límite del nivel de emisiones, que el mercado fijara el precio por unidad de contaminación y las empresas establecieran el grado de reducción de la contaminación; esta idea fue popularizada por Dales en 1968 y dos años más tarde, a través del teorema de minimización de costos, Baumol y Oates (1971) resolvieron el problema de minimizar el costo en un determinado nivel de contaminación, sostuvieron que, para alcanzar un nivel de producción, además de un cierto nivel de calidad ambiental, la utilización de impuestos (o subsidios) inducirían la variación necesaria en el esquema productivo del mercado que permita producir al menor costo posible para la sociedad; no obstante que su argumentación es respecto a impuestos o subsidios, puede ser aplicable a un sistema de permisos de contaminación negociables.

Los argumentos teóricos fueron fortalecidos con la evidencia empírica exitosa de Estados Unidos, quien en 1990 se propuso reducir en 10 millones de toneladas las emisiones de SO_2 , lo cual implicaba reducir a la mitad las emisiones, con esto se esperaba solucionar el problema de la lluvia ácida; la Agencia Ambiental implementó los permisos de contaminación negociables, se repartieron entre las empresas contaminadoras considerando sus emisiones históricas, las

empresas que contaminaran más de lo permitido serían sancionadas por 2,000 dólares por cada tonelada; el resultado fue que el objetivo de reducción de emisiones se alcanzó, de hecho se superó, y los costos de abatimiento fueron significativamente inferiores respecto a la ausencia de esta política; comparado con un sistema normativo, los permisos representaron un ahorro de mil millones de dólares anuales (Stavins, 1998). Otra aplicación para este país ocurrió en 1996, cuando se implementaron una serie de medidas para eliminar el consumo de clorofluorocarbonos (CFC), éstas fueron: régimen de permisos intercambiables que incluía a fabricantes e importadores, impuestos sobre la venta de productos químicos que dañan la capa de ozono, cambios a la normatividad que fomenta la preservación de la ozonósfera y desarrollo de alternativas. El régimen de permisos negociables ofreció bonificaciones a los importadores y productores de CFC y productos halogenados, la implementación del sistema de permisos negociables aunado al incremento gradual del impuesto del ozono y otros compuestos, aumentaron considerablemente el precio de los CFC, rápidamente se encontraron sustitutos; las reducciones en el consumo se realizaron antes de los tiempos establecidos legalmente (Jacobs, 1996).

Otro país con evidencia empírica exitosa de aplicación de permisos de contaminación es Dinamarca, este país se comprometió en el protocolo de Kyoto a reducir en un 21% las emisiones causantes del efecto invernadero; con el objetivo de cumplir el compromiso adquirido el gobierno danés puso en marcha varias acciones, la más destacada es la reforma eléctrica, el sector eléctrico causa el 33% de las emisiones de gases de efecto invernadero; en este sector, se implementó un sistema de permisos de contaminación negociables a empresas

generadoras de energía eléctrica que emitían anualmente más de cien mil toneladas de dióxido de carbono (CO₂), el sistema de permisos se limitó a 8 empresas, se determinó el número máximo de emisiones de dióxido de carbono para el periodo 2001-2003, este nivel de emisiones supone una reducción de un 24% a un 33%. La distribución de los permisos consideró como criterio de asignación la eficiencia en la producción eléctrica, cada una de las ocho empresas tenía conocimiento del límite de toneladas de contaminante que tenía permitido emitir, pero al mismo tiempo contaba con la posibilidad de comprar y vender derechos a contaminar; si las empresas excedían sus límites permisibles pagaban una sanción de 40 coronas danesas por tonelada de CO₂ excedido. Los costos de administración del sistema de permisos fueron pagados por las empresas sujetas a los mismos a una tasa de 0.079 coronas danesas por cada tonelada de CO₂. Este sistema ha permitido cumplir el límite de emisiones establecido por el gobierno, el objetivo medioambiental se ha logrado; la compraventa de permisos se ha desarrollado correctamente con un precio muy aproximado a las sanciones aplicables (López-Guzmán y Lara, 2004).

Es necesario mencionar que, pese a los resultados favorables, los permisos no han tenido gran aceptación. Hanh (1989) da una explicación de los motivos por los cuales los permisos no son bien admitidos:

- Las empresas prefieren la regulación tradicional.
- La administración es renuente a cambios sustanciales.
- La inaceptabilidad moral de reconocer los derechos a contaminar.
- No se garantizan resultados ambientales favorables.

Sin embargo, el marco teórico y la evidencia empírica demuestran que implementar un sistema de permisos negociables como mecanismo de control o reducción de la contaminación, además de que minimiza el costo económico de las empresas de reducir sus emisiones, permite alcanzar los objetivos ambientales propuestos y se puede construir como una herramienta de contribución para la sustentabilidad ambiental. Reconocemos que esta opción de contribución al problema es subóptima, en el sentido de que propone una solución en un sistema económico insostenible. Pero tenemos la convicción de que es preferible hacer una aportación a no hacer nada, y más aún, cuando se trata de un instrumento económico-ambiental con resultados favorables en otros países y que no ha sido utilizado en México.

Con el convencimiento de que el Estado debe intervenir con instrumentos regulatorios y de mercado para incentivar a las empresas a que modifiquen su conducta productiva o de contribución de acciones que favorezcan el medio ambiente, esta investigación se suscribe como una estrategia complementaria para un programa integral de mitigación de las emisiones de CO₂ en México; para este fin en el capítulo 4, se propuso la aplicación de un sistema de permisos de contaminación negociables en la industria cementera mexicana; el fundamento teórico, la evidencia empírica y los resultados obtenidos sugieren que al implementar esta medida de política ambiental, es posible “retirar” el exceso de emisiones de CO₂ generadas por las empresas cementeras.

Para llegar a esta conclusión se construyó un ejercicio empírico medular que consistió en simular la aplicación de un sistema de permisos de contaminación; basado en la metodología utilizada para la industria eléctrica danesa, el escenario considerado implicó que la industria pagara un impuesto por el exceso de emisiones que no alcanzaron a ser cubiertas por los permisos que poseían, el dinero recaudado se propuso utilizarlo para financiar proyectos de captura de carbono. Este ejercicio está robustecido por ejes articuladores mediante los cuales: se formalizó la relación estadística entre las emisiones de CO₂ y el aumento en la temperatura; se aplicó una versión modificada de la identidad de Kaya mediante la cual se establecieron los factores determinantes de las emisiones de CO₂ para la industria del cemento y; se cuantificó la cantidad de emisiones de CO₂ que se pueden capturar si se implementa un proyecto de conservación o reforestación de la superficie vegetal; además se realizó un estudio cualitativo de la responsabilidad social de la industria cementera a fin de inquirir su grado de susceptibilidad para implementar acciones en pro del medio ambiente.

De los resultados obtenidos se destaca que al aplicarse un sistema de permisos de contaminación en la industria cementera, durante los 10 años que se captan recursos a través del cobro de impuestos se recibiría, en promedio, 4 veces más de lo que se necesita para financiar alguno de los proyectos de servicios ambientales de captura de carbono. Para una industria que en 2011 generó un Producto Interno Bruto de \$516,398,328,000.00 es factible implementar un sistema de permisos de contaminación que cuesta el 0.16% de esta cantidad considerando el año de mayor recaudación (Fuente: INEGI, precios corrientes).

Al estudiar las relaciones entre: las emisiones de CO₂ antropogénicas y la concentración atmosférica de CO₂ y, la relación entre las concentraciones atmosféricas de CO₂ y temperatura, se realizó un análisis de regresión y cointegración; los resultados para el primer modelo muestran que, a un nivel de significación del 10%, la concentración atmosférica de CO₂ está relacionada positivamente a las emisiones de CO₂ antropogénicas; con respecto al segundo modelo, a un nivel de significación del 5%, es posible afirmar que la temperatura está afectada en una relación positiva por la concentración atmosférica de CO₂. Es preciso señalar que en virtud de la naturaleza de la información los resultados deben interpretarse bajo reserva de no ser contundentes, esto debido a que el número de observaciones es relativamente poco y que además la acumulación de las emisiones en la atmósfera y su posible impacto en la temperatura del planeta es un proceso que requiere muchos años.

Otro de los ejes de estudio implicó realizar una aplicación empírica de la identidad de KAYA, la cual considera que el impacto ambiental depende de la evolución de la población, del PIB per cápita y del impacto ambiental por unidad de producto, éste último se puede descomponer en dos factores; la intensidad energética (definida como la cantidad de energía consumida por unidad de PIB) y la intensidad de carbono de la energía o índice de carbonización (definida como la masa de dióxido de carbono emitida por unidad de energía consumida). La Identidad de Kaya nos permite conocer cuáles son los factores incidentes en el nivel de emisiones de CO₂, al aplicar una versión de esta identidad los resultados obtenidos muestran que las emisiones de CO₂ son influidas, principalmente, por el PIB del sector y no se muestra una reducción en el uso de energía que contribuya a la disminución de emisiones. Considerando los factores utilizados

en la identidad, hay dos caminos para reducir las emisiones que se contraiga la producción “voluntariamente” o reducir el uso de energía, principalmente el uso de combustibles fósiles en la producción.

Del análisis realizado en el ámbito de la responsabilidad social ambiental, se destaca que existe un cumplimiento de un 47% en los 11 criterios que comprenden acciones de: actitud proactiva a exigencias ambientales y prácticas ambientales. Cabe destacar también que CEMEX y a Holcim Apasco son las empresas que llevan a cabo acciones de responsabilidad social ambiental que les permiten cumplir con el 91% y 82% de los rubros estudiados; mientras que en el extremo opuesto se encuentran Lafrage y Cementos y Concretos Nacionales en virtud de que sólo cumplen con el 10% de los criterios analizados. Bajo reserva de considerar que la información fue obtenida por medios electrónicos, es posible sugerir que la industria cementera muestra receptividad para la implementación de acciones que reduzcan los impactos ambientales y un particular interés por contribuir con las acciones encaminadas a combatir el cambio climático. Por tanto, la posible aplicación de permisos de contaminación en la industria cementera se considera factible en virtud del ánimo de la industria por contribuir con acciones de responsabilidad social de carácter ambiental.

Dado que el marco legal contempla la aplicación del principio “el que contamina paga”, que existen elementos contundentes y resultados favorables en la implementación de un sistema de permisos de contaminación, se considera que la política pública debe promover la puesta en

práctica de este tipo de herramientas de política ambiental para el control de las emisiones que provocan el cambio climático.

Ante el reto ambiental internacional del cambio climático, México debe encaminar una serie de acciones que, en conjunto, contribuyan a la mitigación y adaptación de este fenómeno climático, en esta investigación se han documentado los avances legislativos e institucionales en esta materia y; se ha demostrado que la aplicación de instrumentos de carácter económico y con objetivos ambientales son una alternativa a considerar para el propósito ambiental de reducir las emisiones de GEI. Reunido con la propuesta de invertir en los proyectos de captura de carbono y aprovechando la disposición de las empresas cementeras por realizar acciones con carácter sustentable, esta investigación pretende ser útil para argumentar la necesidad de una política pública integral de reducción de emisiones. Cabe mencionar que estamos todavía lejos de que podamos contar con una política ambiental verdaderamente efectiva, debido fundamentalmente, a que el marco legislativo aún está inconcluso, el marco institucional también debe ampliarse y robustecerse con un enfoque de transversalidad, pero también de procuración y administración de justicia en materia ambiental; además, no se puede dejar de mencionar el tema de los recursos económicos, es necesario que sean destinados recursos suficientes y que éstos sean sujetos a reglas claras de aplicación y fiscalización; queda mucho por hacer y los esfuerzos necesitan multiplicarse.

6 BIBLIOGRAFÍA

ACIA (2004), "Impacts of a Warming Arctic: Arctic Climate Impact Assessment". Cambridge University Press. Recuperado el 7 de octubre de 2010 de <http://amap.no/acia/>

Alcántara V. y Padilla E. (2009), Determinantes del crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero en España (1990-2007), facultad de ciencias económicas y empresariales, Universidad Autónoma de Barcelona, España.

Alverson, K., Bradley, R. & Pedersen, T. (2001), Environmental Variability and Climate Change. International Geosphere-Biosphere Programme. Recuperado el 9 de marzo de 2010 de: <http://www.igbp.kva.se/documents/resources/science-3.pdf>

Ansele, M. (2008), "Escépticos del Cambio Climático", Recuperado el 7 de octubre de 2010 de <http://www.publico.es>

Arellano, C. (2013), Se quejan comunidades por la afectación que les producen empresas cementeras, La Jornada, Recuperado el 9 de enero de 2014 de: <http://www.jornada.unam.mx/2013/05/10/sociedad/044n1soc>

Arquived (2012), Reconocen en el "Foro de Energía Fronteriza México-Estados Unidos" tecnología sustentable de Holcim Apasco, Recuperado el 5 de enero de 2014 de: <http://noticias.arquived.com.mx/shwArt.ared?idArt=1355>

Asamblea Legislativa del Distrito Federal (2010), Iniciativa de reforma al Art. 62 de la Ley Orgánica de la Asamblea Legislativa del Distrito Federal, para adicionar la fracción que corresponda y al Art. 4 del Reglamento para el Gobierno Interior de la Asamblea Legislativa del Distrito Federal, para crear una nueva comisión ordinaria y permanente denominada Comisión de Cambio Climático de la Asamblea Legislativa del Distrito Federal, V Legislatura, Diario de los Debates de la Asamblea Legislativa del Distrito Federal, Segundo periodo ordinario de sesiones del primer año de ejercicio.

Asia-Pacific Economic Corporation (2007), Sydney APEC Leaders' Declaration on Climate Change, Energy Security and Clean Development, Sydney, Australia. Recuperado el 2 de diciembre de http://www.apec.org/Meeting-Papers/Leaders-Declarations/2007/2007_aelm/aelm_climatechange.aspx

Australian Broadcasting Corporation (2006), Climate change conference "protecting the coal industry", Australia, Recuperado el 28 de noviembre de 2012 de: <http://www.abc.net.au/news/2006-01-12/climate-change-conference-protecting-the-coal/777790>

Ávalos, M. (2004), Cambio Climático una Visión desde México. Sección II: Reacción del mundo ante el problema, Sistema de publicaciones del INE.

Ávila J. (2009), Contaminación atmosférica en las empresas cementeras en el marco de la responsabilidad social ante las comunidades adyacentes, Centro de Investigación de Ciencias Administrativas y Gerenciales, Volumen 6, Edición 1, Venezuela, Recuperado el 28 de noviembre de 2013 de: <http://www.publicaciones.urbe.edu/index.php/cicag/article/viewArticle/484/1200>

Azqueta, D. (2002), *“Introducción a la economía ambiental”*, Ed. Mc Graw Hill.

Banco Mundial (2010), Desarrollo y cambio climático. Washington, DC. Recuperado el 01 de abril de 2010 de www.worldbank.org

Baumol, W. & Oates, W. (1971), “The use of standards and prices for protection of the environment”, *Swedish journal of economics*.

Berner, R. (1995), A. G. Högbom and the Development of the Concept of the Geochemical Carbon Cycle. *American journal of science*. Vol 295, p 491-495. Recuperado el 9 de marzo de 2010 de: <http://earth.geology.yale.edu/~ajs/1995/05.1995.01Berner.pdf>

Birhuett E. (2009), Bolivia: políticas energéticas y emisiones de CO₂, periodo 1983-2007, Escuela de medio ambiente y energía, del instituto latinoamericano de ciencias, Huancayo, Junín, Perú.

Brañes, R. (2000), Manual de derecho ambiental mexicano, publicaciones Fundea, Aegunda edición, Recuperado el 20 de agosto de 2012 de: <http://fundea.org.mx/publicaciones/manual%20derecho%20ambiental.pdf>

Butze, W. (2006), “Permisos de contaminación negociables: un instrumento de mercado para la regulación ambiental”, *Análisis Económico*, tercer cuatrimestre, año/vol. XXI, No. 048, Universidad Autónoma Metropolitana, Distrito Federal, México.

Cámara Nacional del Cemento (2007), Medio Ambiente. Recuperado el 22 de septiembre de 2012 de: http://www.canacem.org.mx/la_industria_medio_ambiente.htm

Camarasa, B. y Moreno, S. (1994), “Algunas Reflexiones sobre la Percepción del Cambio Climático en una Muestra de Población Adulta de Nivel Cultural Medio”, Universidad de Alcalá. Servicio de Publicaciones.

Callendar, G. (1940) “Variations of the Amount of Carbon Dioxide in Different Air Currents,” *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, vol. 66, No. 287, October 1940, pp. 395–400.

Cajiga, J. (S/F). El Concepto de Responsabilidad Social Empresarial. Centro Mexicano para la Filantropía. Recuperado el 23 de octubre de 2013 de:

http://www.cemefi.org/esr/images/stories/pdf/esr/concepto_esr.pdf

Campos., L. (2008), "*Calor Glacial: la Glaciación que Viene: la Farsa del Calentamiento Global*", Ed. Books4pocket.

Cantú, P. (2000), La Revolución Ambiental. Hacia un Nuevo Paradigma Ecológico, *Ciencia UANL*, Vol. III, No. 3, Julio Septiembre 2000, Monterrey México.

Cantú, P. C. (2013) Responsabilidad Social Empresarial en el marco de la sustentabilidad, *Revista Economía y Sociedad*, Vol. 18, No. 44, Universidad nacional de Costa Rica. Recuperado el 2 de febrero de 2014 de:

<http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/economia/article/view/5578>

Carbon Dioxide Information Analysis Center (2010), Fossil-Fuel CO₂ Emissions, U.S. Department of Energy, Recuperado en 15 de enero de 2013 de:

http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/emis/meth_reg.html

Carbonell, M., y Ferrer, E., (2014), Los Derechos Sociales y su Justiciabilidad Directa, Flores Editor y Distribuidor, S.A. de C.V., Editorial Flores, Distrito Federal, México.

Carmona, M. (1990), Análisis de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Instituto de Investigaciones Jurídicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, Boletín de Derecho Comparado No. 67, año XXIII.

Carmona, M. (2003), Los instrumentos económicos de la política ambiental, *Memorias del primer encuentro internacional de derecho ambiental*, Instituto Nacional de Ecología, Primera edición, México.

Cerutti, M. y Barragán, J. (2003), Del mercado interno a la empresa global. Memorias de la 6a Conferencia de Historia de Empresas (módulo V), realizada en Caxambu, Minas Gerais, Brasil.

Cementos Fortaleza (2014), Responsabilidad Social, Recuperado el 21 de enero de 2014 de:

<http://www.cementosfortaleza.com/responsabilidadSocial.html>

Cementos y Concretos Nacionales (2012), Recuperado el 22 de enero de 2014 de:

[http://mail.cycna.com.mx/Extranet/\(S\(4uc0yj55tpkyo13xlo3ekn45\)\)/Default.aspx](http://mail.cycna.com.mx/Extranet/(S(4uc0yj55tpkyo13xlo3ekn45))/Default.aspx)

Chertow, M. (2001), The IPAT equation and its variants; Changing views of technology and environmental impact, *Journal of Industrial Ecology*, P. 13-29

CICC (2009), México: Cuarta Comunicación Nacional Ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología.

Coase, R. (1960), "The Problem of Social Cost", *Journal of law and economics*, No. 3, october.

Conde, C. (2010), *Vulnerabilidad y Adaptación de México ante el Cambio Climático, México ante el cambio climático: evidencias, impactos, vulnerabilidad y adaptación*, Greenpeace. Recuperado el 16 de junio de 2011 de: <http://www.greenpeace.org>

Corporación Moctezuma (2013a), *Certificaciones*, Recuperado el 10 de enero de 2014 de: <http://www.cmoctezuma.com.mx/c/28/8/sustentabilidad.htm#.UwJPf66FCM8>

Corporación Moctezuma (2013b), *Planta Tepetzingo*. Recuperado el 10 de enero de 2014 de: <http://www.cmoctezuma.com.mx/c/147/6/planta-tepetzingo/#.UwU09K6FCM9>

Corporación Moctezuma (2013c), *Sustentabilidad*, Recuperado el 10 de enero de 2014 de: <http://www.cmoctezuma.com.mx/c/28/8/sustentabilidad.htm#.UwJPf66FCM8>

Corresponsables (2013), *CEMEX dialoga sobre Responsabilidad Social ambiental con empresarios mexicanos*, Recuperado el 5 de enero de 2014 de: <http://mexico.corresponsables.com/actualidad/cemex-dialoga-sobre-responsabilidad-social-ambiental-con-empresarios-mexicanos>

Covarrubias, A. (2013), *Prevén sancionar a CEMEX por desechos del Acabús*, *El Universal*, Recuperado el 8 de enero de 2014 de: <http://www.eluniversal.com.mx/estados/2013/sancion-acabus-acapulco-cemex-940137.html>

Crocker, T. (1966), *The Structuring of Atmospheric Pollution Control Systems*. Ed. H. Wolozing. *The Economics of Air Pollution*, New York: W.W, Norton.

Dales, J. (1968), "Pollution, Property and Prices: An Essay in Policymaking and Economics", University of Toronto Press.

De la Garza O. y Arteaga J. (2011), *Análisis de la competencia en la industria cementera en México*, *EconoQuantum*, Vol. 8 Num. 1, P. 73-89.

Diario Oficial de la Federación (1917), *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, Tomo V, 4ª. Época, No. 30, pp. 149-161.

Diario Oficial de la Federación (2005), *ACUERDO por el que se crea con carácter permanente la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático*.

Diario Oficial de la Federación (2007), *Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012*, Cuarta sección, p. 127.

Diario Oficial de la Federación (2012a), *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Secretaría General, Secretaría de

Servicios Parlamentarios, Dirección General de Servicios de Documentación, Información y Análisis, Última Reforma Publicada DOF 04-06-2012
Diario Oficial de la Federación (2012b), Ley General de Cambio Climático, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General. Secretaría de Servicios Parlamentarios. DOF 06-06-2012

Diario Oficial de la Federación (2013a), Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

Diario Oficial de la Federación (2013b), ACUERDO por el que se expide la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Lunes 3 de junio de 2013. Tercera sección.

Durkin, M. (2007), "The Great Global Warming Swindle", Canal 4, Gran Bretaña.

Earth System Research Laboratory (2012), U.S. Department of Commerce / National Oceanic and Atmospheric Administration / Global Monitoring Division, Recuperado el 12 de agosto de 2012 de: <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/dv/ftpdata.htm>

El Semanario Sin Límites (2013), Holcim México presenta 4º Informe de Desarrollo Sustentable, Recuperado el 5 de enero de 2014 de:
<http://elsemanario.com/3685/holcim-mexico-presenta-4o-informe-de-desarrollo-sustentable/>

Engle R. y Granger C. (1987) "Cointegration and Error correction: Representation, estimation and testing". *Econometrica*, 35, pp. 143-159.

Ehrlich, P. y Holdren, J. (1974), Human Population and the Global Environment, *American Scientist*, May-June 1974, pp.282-292.

Field, B. (1995), *Economía ambiental: una introducción*. McGrawhill

Figueres, C. (2007), Diseño del régimen climático post 2012. División de desarrollo sostenible y asentamientos humanos de la CEPAL. Santiago de Chile. Recuperado el 9 de septiembre de 2010 de: <http://figueresonline.com/publications/balibatikspanol.pdf>

Foncerrada, L. (2009), La importancia del sector privado en México, *Revista Entorno*, Coparmex. Recuperado el 5 de marzo de 2012 de:
http://www.coparmex.org.mx/upload/bibVirtualDocs/8_entorno_octubre_09.pdf

Fondo para el Medio Ambiente Mundial (2000), Contribuciones del fondo para el medio ambiente mundial al programa 21, FMAM, Washington DC, EUA.

Fourier, J. (1824), Mémoire Sur Les Températures Du Globe Terrestre Et Des Espaces Planétaires. *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*. P. 569–604. Recuperado el 15 de marzo de 2010 de:
<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k32227.image.f808.tableDesMatières.langEN>

Gallardo, D. y Sánchez, M. (2013), Análisis de la incidencia de la Responsabilidad Social Empresarial en el éxito competitivo de las microempresas y el papel de la innovación. *Universia Business Review*. pp14-31.

Galperín, C. (S/F), Economía y medio ambiente en países en desarrollo: instrumentos no tradicionales de política ambiental para la contaminación de aguas superficiales, Trabajo realizado en el marco del proyecto “Alternativas no tradicionales para promover el progreso económico en armonía con la naturaleza” llevado a cabo en el Departamento de Investigación de la Universidad de Belgrano, Buenos Aires, Argentina.

Garduño, R. (2004), “Cambio Climático una Visión desde México”, Sistema de publicaciones del INE.

Gaviola, V., González, C. & Pravaz, C. (2007), *Cambio Climático*. Primera parte. Observatorio de políticas públicas. Argentina. Recuperado el 9 de septiembre de 2010 de: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd68/OPPcc.pdf>

Girón, J. (1983), *Proceso de trabajo, automatización y clase obrera en la industria del cemento en México*, Testimonios de la crisis, 1. Reestructuración productiva y clase obrera, Siglo veintiuno editores, P. 115-145.

Gobbi, H., Grande J. y Fernández, C. (2013), El G20 y los resultados de la reunión de la cumbre de los Cabos, Centro de Economía Internacional, *Revista Argentina de Economía Internacional*, Número 1.

Gore, A. (2007) *Una verdad incómoda: La crisis planetaria del calentamiento global*, Ed. Gedisa, 328p.

Greaves, P. (2006), Empresarios mexicanos ante la responsabilidad social, Instituto de investigaciones sobre desarrollo sustentable y equidad social (IIDSES) y la Red Puentes-México, Primera edición, México, D.F.

Grupo de Cementos de Chihuahua (2012a), Calidad Ambiental, Recuperado el 5 de enero de 2014 de:

http://www.gcc.com/opencms/opencms/es/responsabilidad_social/compromiso_ambiental/?Llevel=1&url=/es/responsabilidad_social/index.html

Grupo de Cementos de Chihuahua (2012b), Responsabilidad Social Empresarial, Recuperado el 5 de enero de 2014 de:

http://www.gcc.com/opencms/opencms/es/responsabilidad_social/index.html

G 20 (2013), About G20, Recuperado el 13 de enero de 2013 de:

https://www.g20.org/about_G20

Hamilton, C. y Turton, H. (2002), Determinants of emissions growth in OECD countries, *Energy Policy*. Volume 30, Number 1, Elsevier, P. 63-71

Heredia, R. y González, C. (2007), Sector cemento mira lejos y piensa en grande, Departamento de Estrategia y Análisis de IXE Grupo Financiero, Recuperado el 10 de noviembre de 2012 de: http://www.ixe.com.mx/storage/Sector_Cemento.pdf

Holcim (2003), Medio Ambiente, Recuperado el 8 de enero de 2014: http://www.33docu.com/minisite/HOLCIM-APASCO/inducccion/html/estrategia_medioambiente.htm

Holcim (2013a), Cifras Relevantes, Recuperado el 8 de enero de 2014 de: <http://www.holcim.com.mx/nuestra-empresa/perfil-corporativo/cifras-relevantes.html>

Holcim (2013b). Coprocesamiento, Recuperado el 8 de enero de 2014 de: <http://www.holcim.com.mx/desarrollo-sustentable/responsabilidad-social-corporativa-y-medio-ambiente/medio-ambiente/coprocesamiento.html>

Holcim (2013c), Política Ambiental, Recuperado el 8 de enero de 2014 de: <http://www.holcim.com.mx/desarrollo-sustentable/responsabilidad-social-corporativa-y-medio-ambiente/medio-ambiente/politica-ambiental.html>

Index Mundi (2012), Recuperado el 20 de septiembre de 2012 de: <http://www.indexmundi.com/>

Intergovernmental Panel on Climate Change (2011), Organization, Recuperado el 15 de Julio de 2011 de: <https://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml#UxOGFpyntQY>

Jacobo, A. (2001), El Medio Ambiente como Propiedad: los permisos transables. *Ejournal UNAM*. Núm. 116. P. 32-40. México. Recuperado el 9 de septiembre de 2010 de: <http://www.ejournal.unam.mx/moe/no116/MOE11603.pdf>

Jaramillo, V. (2004), *Cambio Climático una Visión desde México*. Sección I: Las bases científicas. Sistema de publicaciones del INE

Keeling, C. D. (1960), The Concentration and Isotopic Abundance of Carbon Dioxide in the Atmosphere. *Tellus*. Volume 2, Number 2, 1960. Recuperado de http://sio.ucsd.edu/special/Keeling_50th_Anniversary/images/keelling_tellus_1960.pdf

Lezama, J. L. (2001), "El Medio Ambiente como Construcción Social: Reflexiones sobre la Contaminación del Aire en la Ciudad de México", Estudios Sociológicos mayo-agosto, volumen XIX, número 002, El Colegio de México, Dsitrito Federal, México, pp 325-338

Lezama, J. L. (2005), *Teoría Social, Espacio y Ciudad*, Segunda Edición, El Colegio de México, Distrito Federal, México.

Linés, E. (1990), "Cambios en el sistema climático. Una aproximación al problema", 125 p.

López-Guzmán, T. y Lara F. (2004), La aplicación de los permisos de contaminación negociables en Dinamarca, un ejemplo para España, *Boletín Económico de Revista ICE* No. 2800, Universidad de Córdoba.

Magaña, V. (2004), *Cambio Climático una Visión desde México*. Sección I: Las bases científicas. Sistema de publicaciones del INE.

Marín, S. (2014), PROFEPA no ve daños ambientales provocados por Cementera Moctezuma, *AVC Noticias*, Recuperado el 14 de febrero de 2014 de:
<http://www.avcnoticias.com.mx/bb/verLnota.php?id=115705&secc=49>

Montgomery, W. (1972), "Markets in Licenses and Efficient Pollution Control Programs", *Journal of economic theory* 5 (3): 395-418.

Manzano, M. y Hernández, J. (2008), Estimación de la captura y almacenamientos de carbono en Ecosistemas de la reserva de la biosfera de sierra gorda, *Desarrollo de productos ecosistémicos en ANP's*, ITESM, Santiago de Querétaro.

Marín, A. (2001), "Algunas reflexiones en torno al cambio climático con ocasión de la conferencia de la Haya", *Universitas Studiorum Navarrensis*, España, pp. 289-316. Recuperado el 15 de septiembre de 2010 de:
http://dspace.unav.es/dspace/bitstream/10171/21625/1/ADI_XVII_2001_11.pdf

Martínez, J. y Roca, J. (2000), *Economía ecológica y política ambiental*. Fondo de Cultura Económica.

Masera, O., Martínez, R., De Jong, B., Etchevers, J. y Balbontin, C.(2007), Opciones de captura de carbono en los sectores forestal y agrícola de México, *Sustentabilidad y desarrollo ambiental, Agenda para el desarrollo*, Volumen 14, Primera edición, Ed. UNAM y M.A. Porrúa, P. 234-250.

Medina, E. (2013), Denunciará PROFEPA a quien resulte responsable de tirar allí el escombros, *El Sudcaliforniano*, Recuperado el 8 de enero de 2014 de:
<http://www.oem.com.mx/elsudcaliforniano/notas/n3120050.htm>

Naciones Unidas, (1972), "Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano", Estocolmo, Recuperado el 15 de septiembre de 2010 de:
<http://www.ordenjuridico.gob.mx/TratInt/Derechos%20Humanos/INST%2005.pdf>

Naciones Unidas (1992), Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Recuperado el 16 de septiembre de 2010 de:
<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

Naciones Unidas (1998), *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Recuperado el 16 de septiembre de 2010 de:
<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>

Naciones Unidas (2000), Protocolo de Montreal Relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Secretaría del Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono y el Protocolo de Montreal Relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono, Nairobi, Kenya.

Naciones Unidas (2008), *Objetivos del Desarrollo del Milenio*. Informe 2008. Nueva York. Recuperado el 9 de septiembre de 2010 de:
http://www.un.org/spanish/millenniumgoals/pdf/MDG_Report_2008_SPANISH.pdf

Naciones Unidas (2012), Documento Final de la Conferencia “El Futuro que Queremos”, Río + 20 Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sustentable, Río de Janeiro, Brasil.

Naciones Unidas (2013), Informe de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto sobre su octavo periodo de sesiones, celebrado en Doha del 26 de noviembre al 8 de diciembre de 2012, Adición, Segunda Parte, Medidas adoptadas por la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto en su octavo periodo de sesiones. Recuperado el 9 de diciembre de 2013 de:
<http://unfccc.int/resource/docs/2012/cmp8/spa/13a01s.pdf>

Oficina Catalana del Cambio Climático (2010), Cataluña. Recuperado el 20 de diciembre de 2012 de:
<http://www20.gencat.cat/portal/site/canviclimatic/menuitem.d7a20404a70d574e9b85ea75b0c0e1a0/?vgnnextoid=fab9b9c474cc2210VgnVCM1000000b0c1e0aRCRD&vgnnextchannel=fab9b9c474cc2210VgnVCM1000000b0c1e0aRCRD>

Organización Internacional para la Estandarización (2009), Environmental management, The ISO 14000 family of International Standards, ISO Central Secretariat.

Pedersen, S. (2000), The danish CO₂ emissions trading system, *RECIEL* 9 (3), ISSN 0962 8797, Blackwell Publishers Ltd.

PICC (1990), *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*. Reporte preparado por el Grupo I del Panel Integubenamental sobre cambio climático. Houghton, Jenkins & Ephraums (eds), Cambridge University Press, Great Britain, New York & Australia.

PICC (2001), "Cambio Climático: Informe de Síntesis", Resumen para responsables de políticas. Recuperado el 10 de septiembre de 2010 de: <http://www.ipcc.ch/index.htm>

PICC (2002), "Cambio Climático y Biodiversidad", Documento técnico V del PICC. Recuperado el 10 de septiembre de 2010 de: <http://www.ipcc.ch/index.htm>

PICC (2007), "Cambio Climático 2007". Informe de Síntesis, Publicado por el grupo intergubernamental de expertos sobre cambio climático.

Pigou, A. (1920), "*The Economics of Welfare*", London: Macmillan

Poder Ejecutivo Federal (2001), Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, Presidencia de la República, México

Poder Ejecutivo Federal (2009a), Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012. Comisión intersecretarial de cambio climático. Diario Oficial de la Federación. Recuperado el 10 de septiembre de 2010 de:
<http://www.SEMARNAT.gob.mx/temas/cambioclimatico/Paginas/pecc.aspx>

Poder Ejecutivo Federal (2009b), Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012. Comisión intersecretarial de cambio climático. Tríptico. Recuperado el 10 de septiembre de 2010 de:
[http://www.SEMARNAT.gob.mx/temas/cambioclimatico/Documents/pecc/090929_Triptico.PEC.C.carta_dgpcc\(2\).pdf](http://www.SEMARNAT.gob.mx/temas/cambioclimatico/Documents/pecc/090929_Triptico.PEC.C.carta_dgpcc(2).pdf)

Poder Ejecutivo Federal (2009c), Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012. Comisión intersecretarial de cambio climático. Anexos. Diario Oficial de la Federación. Recuperado el 10 de septiembre de 2010 de:
<http://www.SEMARNAT.gob.mx/temas/cambioclimatico/Paginas/pecc.aspx>

Poder Ejecutivo Federal (2012), Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012, SEMARNAT, Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, Primera edición, México.

PROFEPA (2011), Certificados Emitidos PROFEPA 2011, Programa Nacional de Auditoría Ambiental, Recuperado el 28 de Noviembre de 2013 de:
http://www.PROFEPA.gob.mx/innovaportal/file/26/1/certificados_expedidos_2011_2.pdf

Provencio, E. (2004), Política y Gestión Ambiental Contemporánea en México, Economía Informa, Número 328.

Radiofórmula (2010), Exigen a PROFEPA sancionar a cementera por 11 muertes, Grupo Fórmula, Recuperado el 9 de enero de 2014 de:
www.radioformula.com.mx/notasimp.asp?Idn=121317

Revelle, R., & Suess, H. (1956), "Intercambio del Dióxido de Carbono entre la Atmósfera y el Océano y la Cuestión de un Aumento del CO₂ Atmosférico Durante las Últimas Décadas". *Tellus* 9, 18-27.

Revista Énfasis (2013), Crean Frente de Comunidades contra la Incineración, Recuperado el 9 de enero de 2014 de:

<http://www.revistaenfasis.com.mx/2013/12/02/crean-frente-de-comunidades-contra-la-incineraci%C3%B3n/>

Romo, D., Romero, O. y Samaniego, R. (2005), *Industria y medio ambiente en México: Hacia un Nuevo paradigma para el control de la contaminación*. pp. 34 Porrúa

Santos, J. (2005), No descarta la PROFEPA ejercer acción penal contra Ecoltec por explosiones del 15/S; Orizaba en Red. Recuperado el 9 de enero de 2014 de:

<http://www.orizabaenred.com.mx/cgi-bin/web?b=VERNOTICIA&%7Bnum%7D=38280>

SEAN-CC (2012), Documento Informativo, segundo periodo compromiso del Protocolo de Kyoto (KP2), Southeast Asia Network of Climate Change Offices, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Portal Regional para la Transferencia de Tecnología y la Acción frente al Cambio Climático en América Latina y el Caribe

SEMARNAP (2001), "La Gestión Ambiental en México", Recuperado el 15 de mayo de 2010 de <http://www.SEMARNAT.gob.mx>

SEMARNAT (2008), Cambio Climático y Ozono. Recuperado el 10 de marzo de 2010 de: http://www.SEMARNAT.gob.mx/informacionambiental/Documents/sniarn/pdf/yelmedioambiente/version_2008/6_cambio_climatico_ozono_v08.pdf

SEMARNAT (2009), *Tratados Internacionales en Materia de Medio Ambiente. Auditoría de desempeño*. Recuperado el 10 de septiembre de 2010 de:

http://www.asf.gob.mx/Trans/Informes/IR2009i/Tomos/Tomo3/2009_1092_a.pdf

SEMARNAT (2010), ¿Qué es el cambio climático?, Recuperado el 10 de marzo de 2010 de:

<http://www.SEMARNAT.gob.mx/temas/cambioclimatico/Paginas/cambioclimatico.aspx>

Sen, A. (2000), "Desarrollo y Libertad". Editorial planeta. Barcelona.

Shoiyet, M. (2008), *Límites del crecimiento y cambio climático*. Siglo XXI Editores. 352 p.

Sistema de las Naciones Unidas en México, 2012, Objetivo 7: Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente, ONU México, Recuperado el 10 de diciembre de 2012 de:

<http://www.onu.org.mx/objetivo7.html>

Sotomayor, J., Sotelo, R. y Sotomayor, C. (2008), *“Manual De Responsabilidad Social Empresarial Para La Pequeña Y Mediana Empresa Mexicana”*, Editorial Panorama México.

Stavins, R. (1998), “What can we learn from the grand policy experiment?” Lessons from SO₂ allowance trading”, *Journal of economic perspectives*, 12 (3): 69-88.

Tello, M. (2006), *Las Teorías del Desarrollo Económico Local y la Teoría y Práctica del Proceso de Descentralización en los Países de Desarrollo*. Documento de trabajo #247. Consorcio de Investigaciones Económicas y Sociales. Perú. Recuperado el 11 de septiembre de 2010 de: <http://www.cusur.udg.mx/fodepal/Articulos%20referentes%20de%20Des%20Susr/Articulos%20teor%C3%ADas%20de%20Des%20Sust/2%20Teorias%20des.%20econo.%20local.pdf>

The Gropu of 77 (2012), *About of the Group of 77*, Recuperado el 20 de diciembre de 2012 de: <http://www.g77.org/doc/>

Tietenberg, T. (S/F), “The Evolution of Emission Trading: Theoretical Foundations and Design Consideration” (<http://www.colby.edu>).

Tyndall, J. (1861), *On the Absorption and Radiation of Heat by Gases and Vapours, and of the Physical Conexión of Radiation, Absorption and Conduction*. Philosophical magazine and journal of science. Fourth series. London, Edinburg and Dublin. Recuperado el 9 de septiembre de 2010 de: http://onramp.nsdsl.org/eserv/onramp:16571/n3.Tyndall_1861corrected.pdf

Uscanga, G. (2011), *Denuncian a la Cementera Moctezuma por daños ambientales*, Puntorevista, Recuperado el 8 de enero de 2014 de: http://www.puntorevista.com/secciones/estatal/estatal200313denuncian_cementera_moctezuma_danos_ambientales.html

Vásquez, M. A. (S/F), *Políticas públicas ambientales. Una reflexión*. Ecosur. México. pp: 14-16. Recuperado el 17 de septiembre de 2010 de: <http://www.ecosur.mx/ecofronteras/ecofrontera/ecofront16/pdf/politicaspu-ambientales.pdf>

Vásquez, N. (2009), *La Variabilidad, una Constante en Nuestro Clima*. Recuperado el 31 de marzo de 2010 de: <http://www.cambioclimatico.org>

Vega L. y Gallardo (S/F), *La contaminación atmosférica de fuentes industriales y los permisos comerciables como una posible solución*, *Instrumentos Económicos y Medio Ambiente*, México, Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP.

Vera, P. y Jacobo, C. (2011), *Exportaciones y presencia de la industria cementera de México en el mercado de Estados Unidos*, XVI Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática, UNAM, Ciudad universitaria, México, D.F. Recuperado el 10 de noviembre de 2012 de:

<http://congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/anteriores/xvi/docs/10E.pdf>

Zillman, J. (2009), Historia de las Actividades en Torno al Clima. Boletín 58 (3), Organización Meteorológica Mundial. Recuperado el 31 de marzo de 2010 de <http://www.wmo.int>