

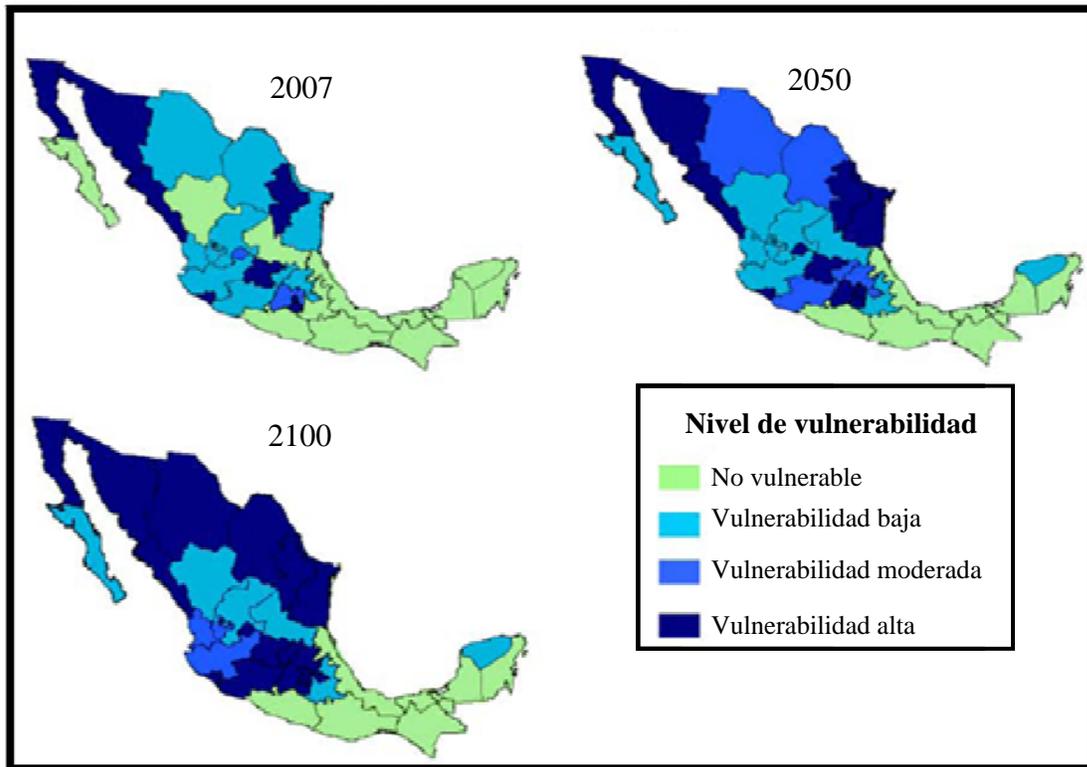
Capítulo 2. Emisiones y Política Climática en México

México es particularmente vulnerable ante los eventos extremos que impondrá el cambio climático por diversos motivos. En primera instancia, por su localización geográfica. México tiene un clima sumamente húmedo en el Sur y muy seco en la región Norte, lo cual se exacerbará conforme aumente la tasa de calentamiento global. Con el cambio climático es muy probable que incremente la frecuencia e intensidad de huracanes, precipitación y sequías extremas. Segundo, por su nivel de desarrollo, México aún no ha hecho las inversiones requeridas para protegerse de dichos eventos climatológicos, por lo que fácilmente se traducirán en desastres. La presencia de un alto porcentaje de pobreza así como la inequidad en la distribución del ingreso magnificará la situación de desigualdad e incrementará la vulnerabilidad de ciertas áreas por la relación que existe entre los desastres y las condiciones climáticas (Ibarrarán et al, 2008).

En la **Figura 3** se presentan de forma gráfica el nivel de vulnerabilidad de los diferentes estados de la República Mexicana en el año 2007, y además se muestran proyecciones para los años 2050 y 2100 (Galindo, 2009). Estas simulaciones fueron realizadas a partir de diferentes escenarios sobre eventos climatológicos. Ahora bien, se observa que en 2007 la mayoría de los estados presentaron un nivel de vulnerabilidad baja y nula, a excepción de Baja California Norte, Sonora, Sinaloa, Nuevo León, Colima, Guanajuato, Distrito Federal y Morelos. Sin embargo, las estimaciones para el año 2050 reflejan que estados que antes no eran vulnerables como Yucatán, San Luis Potosí y Durango presentarán una vulnerabilidad baja, y estados como Chihuahua, Coahuila y Michoacán tendrán un nivel de vulnerabilidad moderada. Finalmente para el año 2100 se observa que la región norte y

centro del país tendrán un nivel de vulnerabilidad alta y solamente pocos estados se mantendrán no vulnerables a las nuevas condiciones climáticas.

Figura 3. Vulnerabilidad por estados bajo diferentes eventos climatológicos



Fuente: Basada en Galindo, (2009).

Así mismo, las consecuencias del cambio climático se verán reflejadas en diferentes sectores económicos. México no está exento de sufrir estos impactos. De hecho, estudios recientes evalúan los impactos del cambio climático en México (Gay, 2003; Tejada, 2007; Galindo, 2009). Los resultados de dichas investigaciones sugieren que las alteraciones más importantes serán en la disponibilidad del agua, lo cual afectará en gran medida a la producción agrícola, ganadera y forestal.

2.1.Los efectos de la actividad económica

El cambio climático tendrá impactos diferenciados sobre los sectores económicos. Estos efectos estarán en función de la frecuencia, la magnitud y duración de sequías extremas e inundaciones.

Hernández et al, (2003) comenta que un aumento de 50% en las emisiones a nivel global, causaría en México condiciones prolongadas de sequía severa. Esto generaría efectos negativos en la cantidad de agua disponible y reduciría las reservas existentes de agua. Así, la reducción de agua afectará la agricultura, la ganadería, la silvicultura, los ecosistemas y la vida urbana tanto por la escasez de agua como por la proliferación de asociadas a la mala calidad del agua.

Específicamente una sequía prolongada tendrá un mayor impacto en las actividades de la agricultura y la silvicultura, por el lado de la producción y además para la población que depende de estas actividades. El INEGI (2005) reporta que en México en el año de 1994 las sequías, las inundaciones y heladas afectaron más de 185 mil hectáreas agrícolas. En 1996 y 1998 tuvieron lugar dos sequías de gran amplitud, afectando significativamente la producción de alimentos. Además, el año de 1998 fue un año atípico por la alta ocurrencia de incendios forestales. Esto, a su vez se derivó en una reducción en la productividad en ambos sectores. Por lo tanto, el cambio climático tendrá al menos dos efectos. Primero, la importación de alimentos aumentará creando así un problema de balanza de pagos. Segundo, afectará en mayor grado a los más pobres ya que la mayoría de ellos trabajan en estos sectores y gastan parte importante de su ingreso en comida y servicios alimenticios (Ibarrarán et al, 2008).

Ahora bien en los sectores industrial y energético Sánchez y Martínez (2003) documentan que al reducirse la disponibilidad del agua se pueden generar incrementos en los costos de producción de bienes finales. Además, señalan que algunas industrias se verán más afectadas que otras, dependiendo de su uso del agua y su sensibilidad a cambios en la temperatura. Los autores proponen que el efecto del cambio climático en un sector económico se reflejara al reducir su participación en el Producto Interno Bruto (PIB), debido a una menor productividad y/o a través de mayores costos de producción.

De lo anterior se desprende que los eventos climáticos extremos, como consecuencia del cambio climático, impactarán a México, a través una reducción en la capacidad productiva y consecuentemente en el crecimiento económico y mediante un deterioro en la balanza comercial. Esto hará que incremente la deuda del gobierno a todos los niveles, aumentando la pobreza y entorpeciendo el desarrollo económico (Rasmussen, 2004).

Recientemente Galindo (2009) realizó el estudio “La Economía del Cambio Climático para México” donde calculó los posibles efectos del cambio climático bajo diferentes escenarios de incremento en la temperatura, así como la modificación de patrones pluviales y de fenómenos meteorológicos extremos¹. Paralelamente simuló la evolución de la economía mexicana para los próximos cien años, con el objetivo de proyectar el comportamiento de los sectores productivos más importantes en la economía frente al cambio climático. A pesar de algunas ganancias parciales de corto plazo, en unas cuantas actividades y regiones, habrá costos netos para la economía y éstos se incrementarán a lo

¹El autor utilizó diferentes metodologías fundamentadas en el riesgo e incertidumbre, así como en diferentes modelos teóricos y econométricos.

largo de este siglo, particularmente en los sectores agropecuario e hidroeléctrico. El autor reportó que habrá pérdidas importantes para distintos sectores económicos y para la economía en su conjunto, además de pérdidas importantes en la biodiversidad.

De acuerdo con los resultados de la investigación de Galindo, el costo del cambio climático, a una tasa de descuento del 4% anual, puede llegar a ser superior a los 7 puntos porcentuales del PIB para el año 2100, considerando los efectos de pérdida de productividad y caída de producción del sector agropecuario, reducción en la disponibilidad de agua, decremento del turismo, pérdida de masa forestal y de la biodiversidad. La conclusión principal del trabajo de Galindo fue que la economía mexicana se verá beneficiada en participar activamente en un acuerdo internacional efectivo para estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero que enfrentan los costos económicos de la inacción, es decir no emprender políticas de mitigación a nivel mundial.

Los resultados de Galindo, son de equilibrio parcial, es decir que solamente se pueden analizar los impactos del cambio climático dentro de un sector en particular. Además, los resultados no reflejan la forma en que los distintos sectores se relacionan y por lo tanto tampoco reflejan los procesos de retroalimentación entre ellos, para poder evaluar así los impactos del cambio climático en la economía en su conjunto. Por esto es necesario un análisis más completo con modelos económicos que haga explícitas estas relaciones y repercusiones entre los distintos sectores económicos.

México ya vive algunos impactos del cambio climático y para impedir que se ponga en riesgo el desarrollo y crecimiento del país es ineludible contribuir en la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero mediante un acuerdo vinculante a nivel mundial.

Además, México debe proponer estrategias específicas para reducir sus emisiones. El análisis de las opciones de mitigación es relevante para México por diversas razones. Primero en el contexto internacional México no está obligado por el Protocolo de Kioto a reducir su emisiones de GEI. Sin embargo, la firma de cualquier nuevo acuerdo internacional está condicionada a la participación de los países en desarrollo. Por esto México está bajo presión a nivel mundial para poner un límite en sus emisiones (como los países dentro del Anexo I y II del Protocolo de Kioto) ya que se encuentra dentro de los 20 países con mayores emisiones en el mundo. Además, México firmó desde 1994 el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), es parte de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, *por sus siglas en inglés*) y también del Grupo de los Veinte (G-20).

Naciones como Estados Unidos, la Unión Europea, Brasil y México debido a las presiones internacionales y a la falta de objetivos concretos en la Conferencia de las Partes número 15 (COP15th, *por sus siglas en inglés*) de Copenhague (2009) enviaron a De Boer, sus compromisos y avances individuales sobre el tema (WEF, 2010). Los acuerdos voluntarios que presentó el Presidente Calderón en materia de mitigación fueron reducir 51 millones de toneladas de CO₂e (MtCO₂e) para el año 2012, reducir 20% las emisiones nacionales para el año 2020 y en 50% para el año 2050 respecto a la trayectoria base o inercial (*business as usual*) (WEF, 2010). Además, enfatizó que México es la primera nación que presenta sus compromisos unilaterales en materia de cambio climático. Sin embargo, dado que las acciones y los compromisos que ha presentado México resultan muy costosos para la economía solicitó a los organismos internacionales y a las naciones

desarrolladas que brinden los recursos financieros necesarios para poder concretar los proyectos de mitigación (WEF, 2010).

2.2. Política climática

A pesar de que México no está obligado a reducir sus emisiones, se han puesto en marcha diferentes medidas para contribuir a disminuir el impacto del cambio climático. Esto se refleja en la elaboración de los Comunicados Nacionales ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), donde se destacan los inventarios nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero por sectores. Esto, contribuye a diseñar políticas en materia de cambio climático para poder estabilizar las emisiones.

Recientemente se presentó la Cuarta Comunicación que fue publicada en 2009. Ahí se reportó una actualización del Inventario de Emisiones de Efecto Invernadero del año 2006². Además, amplía información respecto a las acciones que nuestro país ha emprendido en materia de mitigación, vulnerabilidad, adaptación y sobre los impactos pasados y futuros del cambio climático. Con la presentación de su Cuarta Comunicación, México muestra su compromiso ante la CMNUCC y reconoce sus responsabilidades comunes pero diferenciadas para demostrar que se pueden llevar a cabo acciones de reducción sin que ello interfiera en el desarrollo económico del país. México es la única nación No Anexo I en presentar cuatro comunicaciones nacionales.

Bajo este panorama, actualmente México contribuye aproximadamente con el 1.6% de las emisiones mundiales totales de gases de efecto invernadero, con 715 MtCO₂e en el año

² Ver Anexo A, **Tabla A.1**

2006. Esto ubica a México en la posición número doce entre los países con mayores emisiones. Así mismo, en términos per cápita, las emisiones registradas fueron 6.2 toneladas de CO₂e (tCO₂e), inferior a las 22.9 tCO₂e que emitió Estados Unidos o las 10.4 tCO₂e de la Unión Europea, pero por arriba de las 1.8 tCO₂e de la India y de las 3.9 tCO₂e de China (IEA ,2008; INE 2009). Entonces con base en los niveles de emisión y siendo un país vulnerable ante los efectos del cambio climático México ha propuesto, por interés propio, implementar políticas públicas que contribuyan a estabilizar las emisiones sin condicionar el crecimiento económico nacional.

Estrategia Nacional de Cambio Climático

Por ello, el Gobierno Mexicano presentó como un primer acercamiento la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC) en 2007 elaborada por las secretarías de estado que componen la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) y por el Consejo Consultivo de Cambio Climático, con el objetivo de evaluar la vulnerabilidad del país así como plantear líneas de acción y políticas públicas para buscar oportunidades de reducción de emisiones en las áreas de generación y uso de la energía, vegetación y uso del suelo. Sin embargo, la ENACC en la parte mitigación no presenta objetivos claros ni metas de reducción específicas. Además carece de líneas de acción concretas y de instrumentos o mecanismos para llevar a cabo los objetivos planteados.

Por lo tanto, de la ENACC se desprendió el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) sustentado en diferentes investigaciones realizadas para México (Galindo, 2009; CMM, 2008). Estos estudios se realizaron con el objetivo de analizar las implicaciones que generará el cambio climático, y con esto proponer distintas medidas y metas concretas para

reducir sustancialmente las concentraciones de GEI en el corto y mediano plazo. Con base en los estudios presentados, México se comprometió de manera voluntaria, a tomar acciones en materia de política pública para incentivar los cambios necesarios y contribuir a la acción colectiva de estabilización de emisiones en el planeta.

Programa Especial de Cambio Climático

El Programa Especial de Cambio Climático es una iniciativa del Gobierno Federal, elaborado de manera voluntaria y con recursos propios, que muestra el interés de México para contribuir a la solución del fenómeno del cambio climático, que representa una de las mayores amenazas para el proceso de desarrollo, el bienestar humano y la integridad del capital natural. El PECC es un instrumento de política que compromete a las dependencias del Gobierno Federal con objetivos y metas nacionales vinculantes en mitigación y adaptación para el periodo 2009-2012. Con el PECC se busca impulsar el desarrollo sustentable, la seguridad energética, los procesos productivos limpios, eficientes y competitivos, y la preservación de los recursos naturales. El programa incluye un capítulo de visión de corto y largo plazo en el que se plantean trayectorias deseables de mitigación hacia los horizontes 2009-2012, 2020, 2030 y 2050 en contraste con un panorama donde no se aplique ninguna política para reducir las emisiones nacionales. A través de ciertos objetivos y metas, el Gobierno de México pretende mostrar que es posible mitigar el cambio climático y adaptarse a él sin comprometer su proceso de desarrollo y crecimiento, e incluso con algunos beneficios económicos.

Una de las aportaciones más relevante que se presentaron en el PECC fue la actualización de las emisiones registradas en el 2006 a nivel sectorial, como se muestra en

la segunda columna de la **Tabla 1**. Esto permite llevar un registro de cuánto emite cada sector, con la finalidad de determinar acciones específicas de mitigación para cada uno. Ahora bien, como se puede observar los sectores de energía y uso de la energía contribuyen aproximadamente con el 60% de las emisiones nacionales. Lo anterior sugiere que las emisiones de GEI están fuertemente vinculadas con el consumo de combustibles fósiles en México. Básicamente las actividades que más energía consumen son el transporte, la industria, el sector residencial y comercial. Con base en el registro 2006 se presentan en las columnas tres y cuatro las metas de mitigación para el período 2008-2012 y para el año 2012 respectivamente (**Tabla 1**).

Tabla 1 Emisiones y metas sectoriales de mitigación PECC 2008-2012

Categoría	INEGEI (MtCO ₂ e)	Metas de Mitigación (MtCO ₂ e)			
		2006	2008-2012	2012	Acumulado
	del 2012				%
Generación de Energía	196.53	51.78	18.03	18.03	35.6%
• Petróleo y Gas	84.07	40.83	10.33	10.33	20.4%
• Electricidad	112.46	10.95	7.70	18.03	35.6%
Uso de la Energía	233.50	22.21	11.87	29.90	59.0%
• Transporte	144.63	11.35	5.74	23.77	46.9%
• Sector Residencial, Comercial y Municipios	24.88	8.80	5.53	29.30	57.8%
• Industria	56.83	1.82	0.52	29.82	58.9%
• Administración Pública Federal	--	0.25	0.08	29.90	59.0%
• Otros usos	7.16	--	--	--	--
Agricultura, Bosques y Otros Usos del Suelo	131.56	46.46	15.29	45.19	89.2%
• Agricultura	42.56	2.52	0.95	30.85	60.9%
• Ganadería		2.14	0.91	31.76	62.7%
• Bosques	89.00	30.20	9.96	41.72	82.4%
• Frontera Forestal Agropecuaria		11.60	3.48	45.19	89.2%
Desechos	100.42	8.58	5.46	50.65	100.0%
• Disposición de Residuos Sólidos Urbanos	53.83	7.56	4.44	49.63	98.0%
• Descargas y Tratamiento de Aguas Residuales	46.39	1.02	1.02	50.65	100.0%
• Otros residuos	0.20	--	--	--	--
Procesos industriales	53.29	--	--	--	--
Total	715.30	129.03	50.65	50.65	100.0%

Fuente: PECC, (2009).

Además, el PECC establece acciones para poder llevar a cabo las reducciones a las que se comprometió México en el ámbito internacional, así como metas cuantitativas de reducción de emisiones. Sin embargo, no deja claro cómo se van a instrumentar las acciones o cómo van a financiarse.

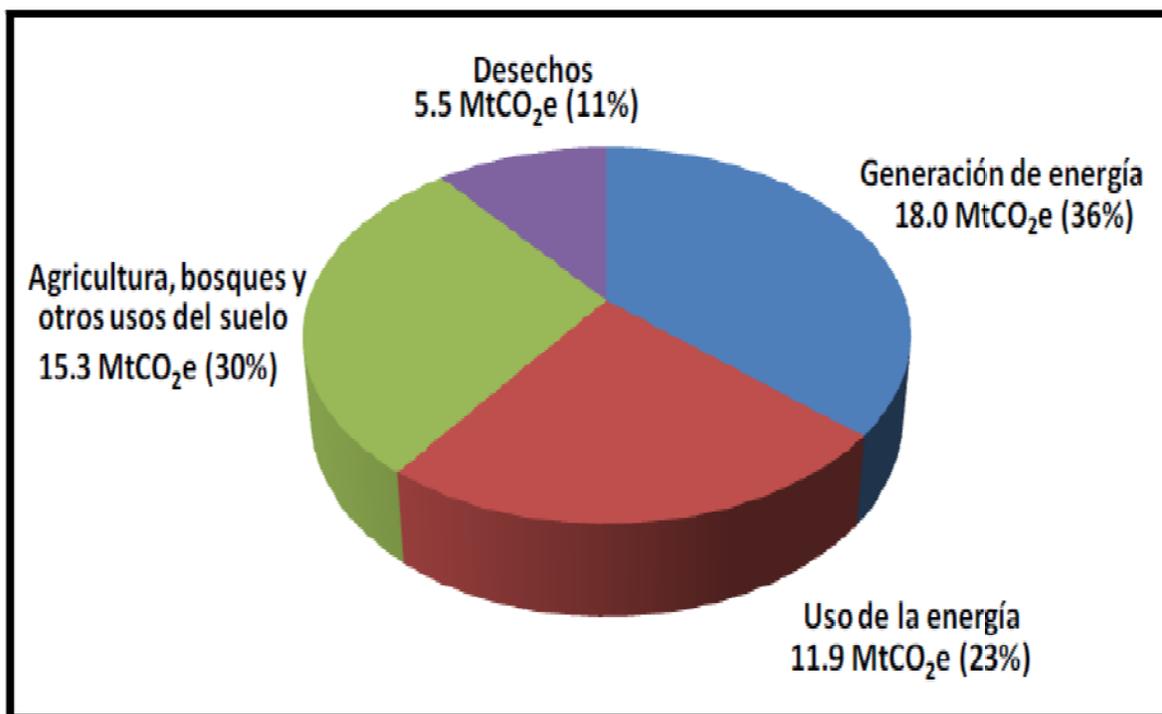
De lo anterior se desprende que para lograr una reducción de 50.65 MtCO₂e en el 2012, cada sector debe contribuir con una proporción de la reducción total. Entonces, para que se pueda alcanzar dicha disminución el PECC propone una serie de acciones para reducir en el periodo 2008-2012 y para el año 2012 como se muestra en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Metas y acciones de mitigación PECC 2008-2012

Concepto	MtCO ₂ e	
	2008 a 2012	2012
Reinyección de gas amargo en Cantarell	27.6	6.9
Rellenos Sanitarios	7.6	4.4
Incorporación de superficie al Manejo Forestal Sustentable	11.9	4.4
Proyectos privados de autoabastecimiento con fuentes renovables (eólico)	3.7	3.7
Incentivos para reducción de emisiones por deforestación y degradación (REDD)	9.0	3.0
Ahorro de energía por sustitución de electrodomésticos y focos incandescentes por equipos eficientes. " Para Vivir Mejor"	4.7	2.7
Instalación de estufas eficientes de leña	1.6	1.6
Incremento en participación de ferrocarril como transporte de carga	3.9	1.6
Incorporación de ecosistemas terrestres al sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMAS)	4.2	1.4
Eficiencia operativa en PEMEX	5.0	1.2
Construcción de nuevos tramos carreteros	1.2	1.2
Vivienda eficiente e hipotecas verdes	2.1	1.2
Generación eólica en CFE	2.4	1.2
Incorporación de ecosistemas forestales a Áreas naturales protegidas	3.4	1.1
Central termoeléctrica Manzanillo CFE	1.1	1.1
Chatarrización de vehículos	1.1	1.1
Cogeneración en PEMEX	3.8	0.9
Transporte limpio carretero de carga	2.7	0.9
Hidroelectricidad en CFE (La Yesca)	2.1	0.8
Pastoreo planificado sustentable	0.8	0.8
Planificaciones forestales comerciales	1.5	0.6
Otras metas	21.6	7.4
TOTAL	129.0	50.7

Fuente: PECC, (2009).

Figura 4. Reducciones del PECC en el 2012: 51 MtCO₂



Fuente: PECC (2009).

Ahora bien en la **Figura 4** se muestran las metas para reducir emisiones propuestas por el PECC. Principalmente las reducciones para el año 2012 involucran a los sectores de agricultura, bosques y otros usos del suelo, desechos, así como generación de energía y uso de la energía. Estos dos últimos sectores representan casi el 60% de la reducción deseada, lo cual indica que en el corto plazo se requerirá hacer importantes cambios en materia de generación de energía y uso de la energía, ya que el INEGI (2009) reportó que en 2006 fueron los mayores emisores de CO₂e, contribuyendo con el 27.47% y el 32.64% de las emisiones totales a nivel nacional respectivamente. Además, resulta más fácil monitorear las emisiones en estos dos sectores por las actividades que realizan y por su tamaño.

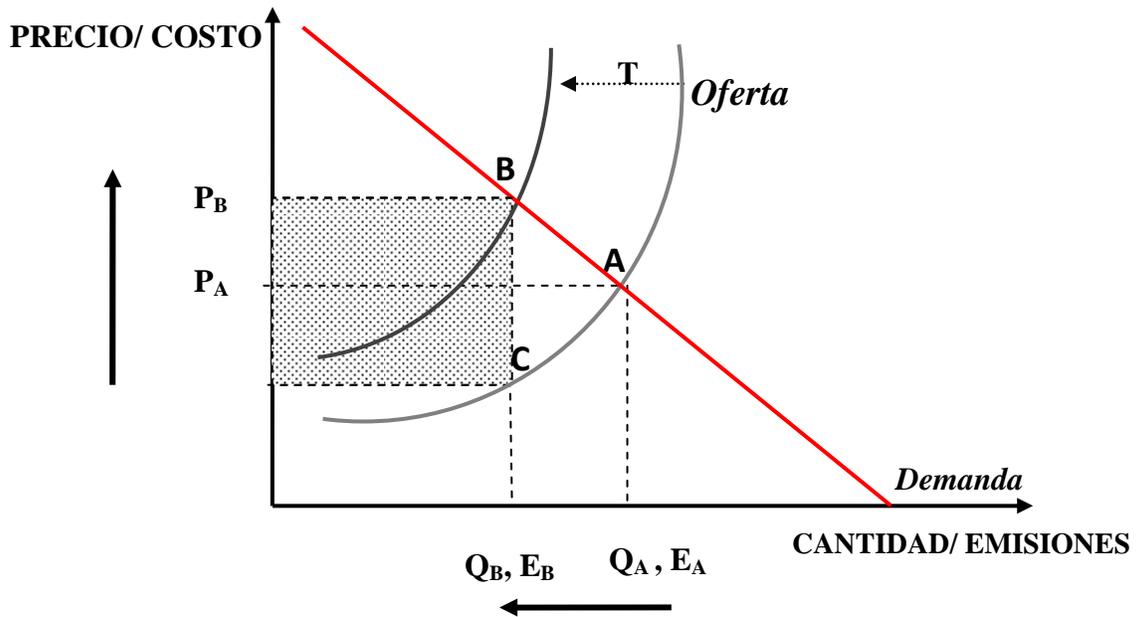
En general se busca realizar acciones en la parte de generación y uso de la energía, a través de aumentar la eficiencia en la producción de petróleo y gas natural, reduciendo el consumo de electricidad y sustituyendo la generación a partir de energía eólica. Particularmente, se busca realizar cambios importantes en estos sectores por su contribución en las emisiones totales y porque resulta más fácil medir cuánto emiten por ser grandes fuentes fijas. Sin embargo, el PECC no especifica cómo se van a hacer o financiar estas acciones.

Instrumentación para la mitigación

Las metas propuestas sugieren que el gobierno debe de intervenir para incentivar a las productivas a reducir sus emisiones en el corto plazo. Una manera en que el gobierno puede mitigar el cambio climático es a través de diferentes instrumentos económicos, por ejemplo imponiendo impuestos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero.

Ahora bien, en la **Figuras 5 y 6** se muestran de manera gráfica los impactos que podría tener imponer un impuesto a la producción de generación de energía en diferentes mercados. Primero se analizará el impacto del impuesto (**T**) sobre los energéticos, es decir, petróleo y gas natural (**Figura 5**).

Figura 5. Efecto de un impuesto en los sectores de energéticos: petróleo y gas natural



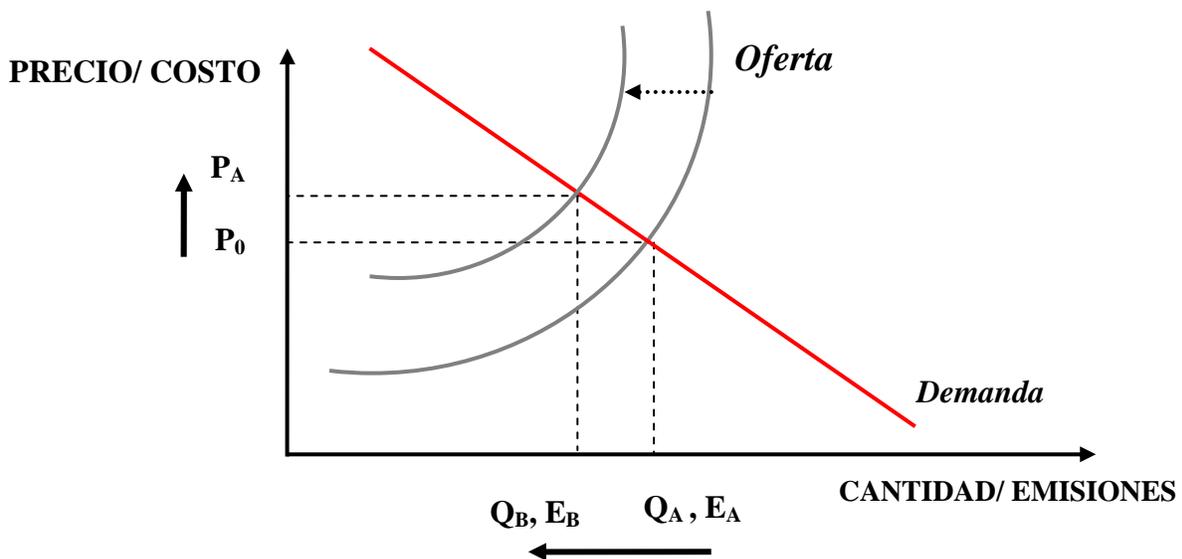
Fuente: Elaboración propia.

La curva con pendiente positiva representa la curva de oferta de energéticos. Por su parte, la curva con pendiente negativa es la curva de demanda, que refleja la disposición de otros sectores productivos para adquirir una unidad adicional de energéticos. En el punto donde se intersecan las dos curvas (punto A) se determina el precio de venta (P_A) y la cantidad de producción (Q_A). Cuando estos sectores generan una cantidad de energía Q_A (por combustión de hidrocarburos fósiles) también emiten una cantidad E_A de GEI a la atmósfera. Para reducir emisiones el gobierno decide imponer un impuesto a estos mercados para incentivar a que reduzcan sus emisiones. Lo anterior genera que la oferta disminuya, es decir la curva de oferta se desplaza a la izquierda pasando del punto A a B. Por lo tanto, al introducir este impuesto la producción disminuye a Q_B . Los precios de producción aumentan para estos sectores a P_B . Además, la imposición del impuesto genera una pérdida de bienestar social (ABC). Por su parte el gobierno se ve beneficiado con esta

política porque aumenta su recaudación (área sombreada). Todo esto afecta los costos de producción de distintos sectores, sobre todo los que usan energéticos como insumos intermedios.

Sin embargo, estos efectos no se limitan únicamente a los sectores energéticos. Después de establecer la tasa impositiva, otros sectores relacionados como el de producción de electricidad, experimenta también un aumento en sus costos de producción lo cual incentiva a que reduzcan su producción, es decir al contraer su oferta de Q_A a Q_B (Figura 6).

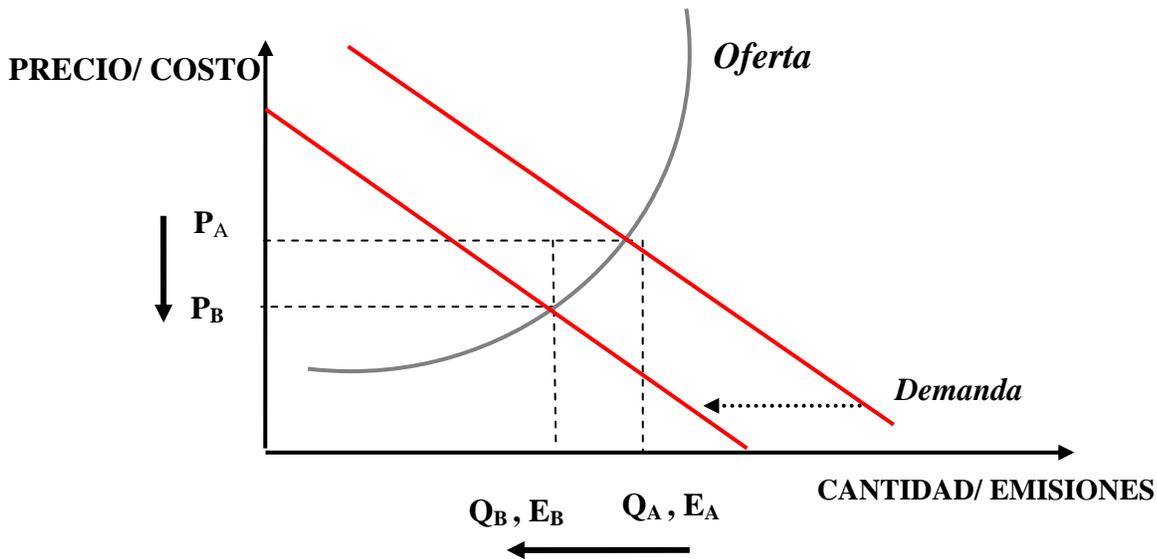
Figura 6. Efecto en la producción de electricidad



Fuente: Elaboración propia

A su vez, al aumentar los precios finales de electricidad, puede disminuir la demanda final por electricidad ya que los consumidores finales podrían sustituir sus electrodomésticos por bienes más eficientes en el consumo de energía, por ejemplo, como se muestra en la **Figura 7**

Figura 7. Efecto en la demanda por electricidad



Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, se pueden observar dos efectos al imponer un impuesto a la generación de energía. El primero genera que la producción en otros sectores se contraiga, en este caso en el sector de producción de electricidad, y el segundo efecto es que las emisiones también se reducen. En conclusión el precio de los bienes finales para los consumidores será mayor. Por esto, los consumidores ante el aumento en los precios cambiarán su consumo de bienes finales (principalmente los que usan energía) como por ejemplo gasolina, transporte y autos. Todos estos efectos se deben tener en mente al aplicar una política ya que los cambios en un mercado afectarán a otros sectores productivos.

En síntesis, el cambio climático ya afecta a México. A pesar de los esfuerzos, estudios y compromisos internacionales para contribuir a estabilizar las emisiones en el planeta, México no puede poner en riesgo sus actividades económicas, su desarrollo y crecimiento económico. Sin embargo, para que México pueda contribuir a estabilizar las emisiones sin

tener que enfrentar mayores costos económicos, se requiere utilizar un enfoque económico que ayude a estudiar las causas y consecuencias de aplicar las opciones de mitigación planteadas por el PECC.