

Capítulo 5. Escenarios y discusión de resultados

La presente investigación busca analizar las implicaciones económicas de implementar las políticas de mitigación planteadas por el PECC bajo un escenario de equilibrio general. Principalmente se busca determinar:

- a) A partir de las *políticas* propuestas por el PECC, ¿qué reducción se logra bajo un escenario de equilibrio general? ¿Cuál sería el costo para la economía mexicana? ¿Cuál sería el efecto distributivo?
- b) ¿Cuál sería el costo sectorial y agregado de lograr las *metas de reducción* totales planteadas por el PECC al 2012 y para el año 2020? ¿Cuál sería el costo sectorial y agregado de mantener estas políticas hasta el año 2030? ¿Cuál sería el efecto distributivo?

Teniendo lo anterior en mente, se simularon cuatro escenarios: El escenario de calibración del modelo, el escenario tendencial, el escenario PECC y finalmente el escenario meta. El modelo se corrió para el periodo 2003-2030, donde el año de referencia fue el año 2003. Los resultados se reportan tanto para el 2012, 2020 y para el año 2030. Dichos resultados se presentan en las tablas resumen del **Apéndice B** donde se muestra el valor de las variables económicas de interés, así como el nivel de producción y consumo por sector.

5.1. Escenario de Calibración

Para poder observar y evaluar los resultados que genera la aplicación de las políticas de mitigación, primero se corre el modelo para el año base, para así replicar el comportamiento de la economía en el año 2003 y posteriormente proyectar una senda de crecimiento sostenido (*steady state growth path*). Aquí, las ecuaciones básicas que estructuran al modelo, como son las de los sectores productivos de la economía, los bienes y servicios consumidos por los agentes, el sector gubernamental y el sector externo, se calibran para que se repliquen los valores del año 2003.

En este escenario se asume que no hay cambios en las políticas ni cambios tecnológicos para incentivar la reducción de emisiones. Además se asume que la producción, el consumo, la balanza comercial, el gasto y la recaudación de gobierno, la inversión y la oferta laboral (medido en horas efectivas trabajadas) crecen a la tasa de crecimiento de la economía, según lo reportado por el FMI (2010). Por último, se asume que la producción de petróleo y gas natural crecen a la misma tasa de crecimiento del resto de la economía. El escenario de calibración tiene como objetivo el modelo de equilibrio general computable funcione de manera adecuada.

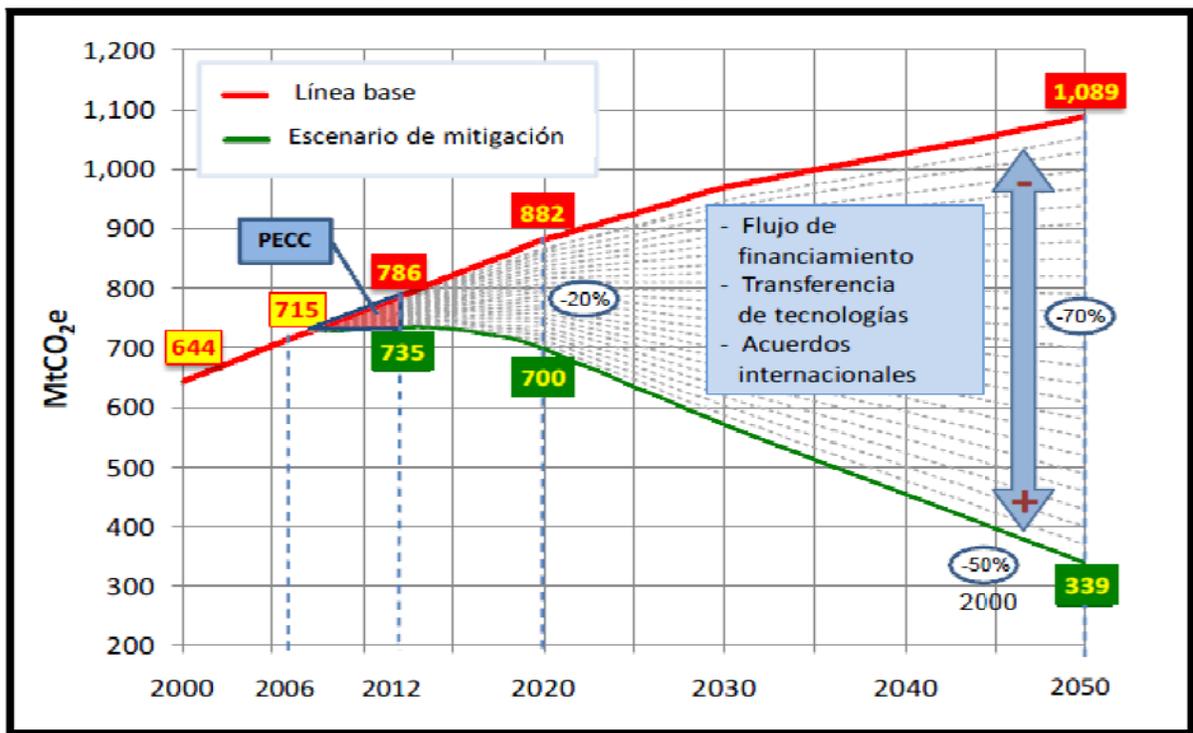
5.2. Escenario Tendencial

Después de tener calibrado el modelo se procede a simular otros supuestos que ayuden a representar mejor a la economía mexicana. En el escenario tendencial se modelan las adecuaciones que se le han hecho al modelo para representar mejor la situación de México. Se corre el mismo modelo que en el caso de calibración pero en vez de suponer que la producción de petróleo y gas natural crece a la misma tasa que el

resto de la economía, se incorpora en el modelo la disminución de las reservas actuales de crudo debido al agotamiento de las reservas reportado por PEMEX (2010ab) y SENER (2010).

Además, se considera que PEMEX y CFE son monopolios estatales con la capacidad de establecer los precios, por ello se ajustan los precios de la electricidad y de productos de PEMEX para reflejar su poder de mercado. Finalmente, se modela de manera explícita que hay salarios rígidos a la baja en el mercado laboral (salario mínimo). Dado que esta es la mejor aproximación de lo que realmente puede ocurrir en la economía mexicana entre ahora y el año 2030, se considera que este escenario estaría replicando aproximadamente la trayectoria base o inercial (*business as usual*) de las emisiones en México como muestra la línea base (con pendiente positiva) de la **Figura 12**.

Figura 12. Escenario tendencial y mitigación según el PECC



Fuente: PECC (2009).

Ahora bien, al considerar en la simulación el agotamiento del petróleo se observa que la producción de combustibles se reduce afectando a la inversión. Además, se observa como esta reducción en la producción de combustibles afecta a otros sectores económicos, así como a la producción agregada y la acumulación del capital. Finalmente también repercute en el bienestar económico de cada grupo de consumidores.

En lo que compete a la producción de los distintos sectores, se observan importantes disminuciones en la producción de los sectores energéticos como el petróleo, el gas y la refinería. Sin embargo, dado que el petróleo es un insumo directo o indirecto de otros sectores económicos estas reducciones no sólo están restringidas a la producción de los sectores energéticos, por lo que la producción de químicos, el sector manufacturero, el sector de transportes y la minería también presentan grandes pérdidas. A pesar de las pérdidas ya comentadas, el sector de servicios es el que menos se ve afectado por el agotamiento del petróleo, esto se debe principalmente a que es un sector con baja intensidad en energía. Por el lado de la demanda de bienes finales, la gasolina y la energía muestran fuertes reducciones por la estrecha relación que tienen con la escasez de petróleo. Además, se observa que los bienes del hogar y de vivienda también se ven afectados. Dado que el petróleo es el principal generador de CO₂, las emisiones también se reducen. Por lo tanto, el proceso natural de agotamiento del petróleo puede limitar significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero.

No obstante, el valor de las variables agregadas disminuyó en relación al escenario de calibración. La acumulación de capital disminuyó en 6.4% mientras que el crecimiento del PIB presentó un ligero descenso en el año 2012, sin embargo para el año 2030 se observa una disminución mayor al 7%. Además, el nivel de bienestar disminuyó por encima del 3%

para todos los agentes excepto para el agente 4, el cual representa al sector de la población con mayores ingresos. Sin embargo, el agente 4 también experimenta una disminución en su nivel de bienestar, esto ve reflejado a través de una caída constante en el consumo final por parte de todos los grupos de ingresos. Asimismo, el nivel de inversión disminuye al igual que el saldo de la balanza comercial, que se ve afectada debido a que el agotamiento del petróleo ocasiona que caigan las exportaciones y aumenten las importaciones de combustibles fósiles. En síntesis, los resultados de este escenario respecto al escenario de calibración se presentan en el **Anexo B**. Estos mismos se reportan para los años 2012, 2020 y 2030 como desviación porcentual respecto al escenario de calibración.

Entonces, aun sin políticas de mitigación del cambio climático, las estructuras monopólicas en el sector energía, las restricciones laborales y el agotamiento del petróleo incrementan los costos de los factores productivos y de los bienes de uso final, que presionan a los diferentes sectores económicos y finalmente a la economía en su conjunto.

A partir de este Escenario Tendencial se mide el costo de las políticas de mitigación que se plantean en el PECC. En el siguiente escenario que se presenta se medirán los cambios como la variación porcentual con respecto al escenario tendencial para mostrar el impacto económico de las políticas de mitigación.

5.3. Escenario PECC

Este escenario tiene como objetivo analizar si es posible, a partir de las políticas propuestas por el PECC, lograr las reducciones planteadas un 8% anual durante 2008 - 2012 y de 20% para el año 2020. Partiendo de las *metas y acciones* que plantea el PECC para el periodo 2008-2012 se busca que los sectores que emiten más CO₂ reduzcan en el

corto plazo sus emisiones. Por esto, el PECC plantea que las reducciones para el año 2012 deben involucrar a los sectores de agricultura, bosques y otros usos del suelo con una reducción del 30% de sus emisiones. Además, los sectores de generación y uso de la energía, que son los mayores emisores en México, deben contribuir con el 60% en la reducción total para el año 2012. Ahora bien, las modificaciones que se hicieron en este escenario para poder modelar las acciones que se plantean el PECC fueron a través de una serie de impuestos sobre los insumos energéticos (provenientes del petróleo, gas natural y carbón) que son requeridos para producir en los diferentes sectores económicos. Se fijaron impuestos de entre el 15% y 20% en el consumo de estos insumos. Por ejemplo, se puso un impuesto del 15% al consumo de electricidad para el sector manufacturero. Estos impuestos incentivan la reducción de CO₂ en México. Entonces, el escenario PECC, logrado a través de una política fiscal, se compara escenario tendencial para poder medir el costo de las políticas de mitigación.

Primero se analiza el impacto que tiene la aplicación de este impuesto sobre las variables agregadas de la economía mexicana. En particular, en este nuevo escenario el crecimiento del PIB se reduce en 1.08% en el año 2012 hasta llegar a una contracción por arriba del 12% para el año 2030. Además, el acervo de capital cae por encima del 3%. A su vez la inversión disminuye en 2.34% para el año 2012 y para el año 2020 cae más del 11%. Sin embargo, la inversión en el año 2030 presenta una recuperación del 3.04% (**Tabla 11**). Además la balanza comercial también muestra efectos negativos¹.

¹ Ver Anexo B **Tablas B.7 y B.8**

Tabla 11. Costos del PECC en la economía mexicana

	2012	2020	2030
PIB	-1.08%	-6.98%	-12.35%
Inversión	-2.34%	-11.27%	-8.23%
Ingreso del gobierno	3.89%	2.56%	-2.60%
Acervo de capital	-----	-----	-3.67%
Nivel de bienestar:			
Agente 1	-----	-----	-3.78%
Agente 2	-----	-----	-3.68%
Agente 3	-----	-----	-3.42%
Agente 4	-----	-----	-7.05%

Fuente: Elaboración propia.

Aunado a lo anterior, un impuesto a los insumos para lograr las reducciones propuestas por el PECC y mitigar los gases de efecto invernadero, provocaría que el nivel de bienestar de los consumidores, durante el periodo de estudio, disminuya entre el un 3% y un 7% dependiendo de su nivel de ingresos. Lo anterior se refiere a que el efecto del impuesto es progresivo (**Tabla 11**).

Por el lado de la producción se observa que los sectores más afectados por las políticas del PECC son la producción de petróleo, gas natural y las refinerías y al final del periodo de estudio, todas disminuyen alrededor del 20%. Sin embargo, también la generación de electricidad se ve afectada de manera significativa. Ahora bien, para el año 2012 el sector de electricidad y refinería reportan pérdidas alrededor del 10% mientras que la producción de petróleo y gas natural presentan pérdidas por arriba del 7%. Cabe mencionar que el sector minero para el año 2012 presenta un crecimiento de 20.50%, pero para los años 2020 y 2030 la producción cae en 7.33% y 8.24% respectivamente. En general, los cambios son negativos en la producción de todos los sectores productivos en algunos como el sector de agricultura, el de pesca, el de ganadería y transporte presentan una disminución alrededor

del 5% en el 2030. En la **Tabla 12** se presentan los costos sectoriales del PECC en función de la reducción en la producción, con respecto al escenario tendencial, para los años 2012, 2020 y 2030.

Tabla 12. Costos del PECC en producción sectorial

	2012	2020	2030
1. Agricultura	-0.65%	-3.82%	-5.34%
2. Ganadería	-1.12%	-4.16%	-5.01%
3. Forestal	-0.89%	-4.44%	-6.02%
4. Pesca	-0.68%	-2.84%	-5.12%
5. Petróleo	-7.66%	-18.52%	-27.35%
6. Gas Natural	-7.19%	-18.55%	-20.92%
7. Minería	20.50%	-7.33%	-8.24%
8. Refinería	-9.37%	-16.41%	-20.46%
9. Transporte	-1.11%	-3.45%	-5.62%
10. Electricidad	-10.54%	-15.31%	-17.16%
11. Químicos y Plásticos	-4.23%	-12.28%	-18.02%
12. Servicios	-0.49%	-2.66%	-4.72%
13. Manufactura	-1.18%	-5.07%	-5.50%

Fuente: Elaboración propia.

La reducción en la producción de estos sectores a su vez afecta los costos de producción de los otros sectores. Por lo cual al introducir las políticas de mitigación la producción será menor y el precio a los consumidores será mayor. Lo anterior se refleja en la **Tabla 13**, donde se observa que el consumo por bienes finales cae. Particularmente el consumo por energía presenta una disminución de entre el 20% y el casi del 30% en los tres años de estudio, además el consumo gasolina presenta una tendencia similar con una reducción que va del 12% al 20%.

Tabla 13 Costos del PECC en el consumo por bienes finales

	2012	2020	2030
1. Alimentos	4.10%	-3.13%	-5.68%
2. Bienes del hogar	-1.59%	-3.52%	-6.16%
3. Servicios	-1.32%	-3.04%	-5.58%
4. Autos	-1.51%	-3.35%	-5.92%
5. Energía	-20.31%	-26.81%	-29.26%
6. Transporte público	-1.23%	-3.04%	-5.71%
7. Gasolina	-12.18%	-17.22%	-19.75%
8. Agua	-1.27%	-2.98%	-5.63%
9. Vivienda	-1.32%	-3.02%	-5.51%

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la **Tabla 14** se presentan el nivel de reducción de emisiones, con base en las políticas propuestas por el PECC. Básicamente se observa que para el año 2012 la meta de reducción de un 8% podría alcanzarse, en el corto plazo, a un costo por arriba del 2% del PIB. Sin embargo, para el año 2020 la reducción deseada se queda 5% por debajo de la meta, pero únicamente lograr esa reducción costaría casi 7% de la producción agregada. Ahora bien, si se continuara con las políticas de PECC para el año 2030, el costo de mitigación sería de 12.35%. En suma, la reducción de emisiones solo se logra a costa de menor crecimiento económico.

Tabla 14. Reducción de emisiones de CO₂ a partir del PECC

Año	Total de reducción
2012	-7.47%
2020	-14.90%
2030	-19.45%

Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se presentaron en este escenario sugieren que resulta muy costoso para la economía mexicana reducir sus emisiones a partir de las políticas planteadas en el PECC. Además, de los altos costos económicos y en el nivel de bienestar social, no se logra cumplir con las metas de mitigación planteadas por el gobierno mexicano. Por lo cual en el siguiente escenario, denominado Meta, se busca calcular cuál sería el costo adicional para lograr las reducciones planteadas de 20% para el año 2020. A partir del Escenario PECC se muestra el costo adicional de llegar a la meta aspiracional de reducción de emisiones que México se ha propuesto.

5.4. Escenario Meta

Por ello, en este escenario final se propone analizar el impacto de reducir aún más las emisiones para cumplir con la meta aspiracional de México a través de cambio tecnológico, para incentivar la reducción de emisiones. Es importante mencionar que este cambio tecnológico es un costo adicional para México al tratar de mitigar los GEI (es decir, además del costo reportado en el Escenario PECC). En específico el cambio tecnológico se modela a través de un aumento en la productividad de los insumos, es decir que esto se hace modificando la relación entre insumos. Por ejemplo, si la tecnología desarrollada permite utilizar menos insumos de energía para producir la misma cantidad de bienes finales, no sólo la calidad del medio ambiental puede mejorar, por la reducción de CO₂, sino que el nivel agregado del PIB incrementa con respecto al escenario PECC. Además el nivel de bienestar de cada uno de los agentes se incrementa y el crecimiento en bienestar lo obtienen los individuos con menor nivel de ingreso. Por tanto, un aumento en la productividad mejora de manera inequívoca la eficiencia económica y la distribución del ingreso.

Además, la inversión también se incrementa así como el acervo de capital medido en el año final de la simulación (**Tabla 15**).

Tabla 15. Beneficios del cambio tecnológico en las variables agregadas

	2012	2020	2030
PIB	0.39%	0.91%	1.19%
Inversión	0.83%	1.40%	0.43%
Ingreso del gobierno	-0.30%	0.17%	0.76%
Acervo de capital	-----	-----	0.97%
Nivel de bienestar:			
Agente 1	-----	-----	0.82%
Agente 2	-----	-----	0.79%
Agente 3	-----	-----	0.73%
Agente 4	-----	-----	0.75%

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los sectores de producción (**Tabla 16**) del modelo, hay un aumento en el nivel de actividad económica, con excepción del petróleo y el gas natural a lo largo del periodo de estudio. Solamente en el año 2012 la minería presenta una ligera pérdida. Además, la producción de la industria de la refinación aumenta de 0.69% a 2.04% en el periodo analizado.

Tabla 16. Cambios en la producción por sector
(aumento en la productividad)

	2012	2020	2030
1. Agricultura	0.46%	1.28%	1.74%
2. Ganadería	0.47%	1.18%	1.42%
3. Forestal	0.00%	1.16%	1.60%
4. Pesca	0.68%	1.17%	1.47%
5. Petróleo	-1.49%	-0.96%	-0.56%
6. Gas Natural	-1.40%	-0.95%	-0.62%
7. Minería	-0.30%	0.79%	0.99%
8. Refinería	0.69%	1.47%	2.04%

9. Transporte	0.92%	1.53%	2.09%
10. Electricidad	0.04%	0.68%	1.15%
11. Químicos y Plásticos	-0.19%	0.93%	1.53%
12. Servicios	0.16%	0.71%	1.21%
13. Manufactura	0.57%	1.40%	1.56%

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, con base en este aumento en la productividad, los precios de los bienes finales disminuyen ya que ahora se requieren en la economía una cantidad menor de insumos para producir la misma cantidad de bienes finales. En consecuencia la demanda por de todos los bienes finales aumenta a lo largo del periodo de estudio (**Tabla 17**). Sin embargo, algo poco alentador se observa con el cambio tecnológico, y es que el consumo de gasolina, energía y el uso del transporte se incrementan.

Tabla 17. Incrementos en el consumo de bienes finales

	2012	2020	2030
1. Alimentos	0.40%	0.87%	1.48%
2. Bienes del hogar	0.51%	0.98%	1.57%
3. Servicios	0.34%	0.81%	1.41%
4. Autos	0.48%	0.91%	1.51%
5. Energía	0.97%	1.45%	2.05%
6. Transporte público	0.94%	1.47%	2.12%
7. Gasolina	1.27%	1.74%	2.30%
8. Agua	0.32%	0.80%	1.44%
9. Vivienda	0.32%	0.80%	1.36%

Fuente: Elaboración propia.

En particular el cambio tecnológico incentiva a que aumente, el consumo final y esto se refleje en un aumento en las emisiones de GEI. El efecto final es un aumento en la actividad económica en México, es decir, el efecto positivo del cambio tecnológico en los insumos energéticos se cancela porque los beneficios en la productividad al final aumentan

las emisiones. Por lo tanto, que el objetivo de reducir las emisiones a través de aumentar la productividad de los insumos genera al final que la reducción de emisiones sea nula para los años 2020 y 2030 (**Tabla 18**).

Tabla 18. Cambios en las emisiones de CO₂ a partir de combustibles fósiles

Año	Total de reducción
2012	0.02
2020	0.00
2030	0.00

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, si los tomadores de decisiones están interesados en reducir de manera contundente las emisiones a partir del cambio tecnológico, este escenario demuestra que la reducción de emisiones no se logra. No se debe olvidar que el efecto final de aumentar la eficiencia en los insumos energéticos no genera reducciones de emisiones sino que incentiva a que se sigan consumiendo y produciendo más en la economía, lo cual no es malo para el bienestar social ni para el crecimiento pero sí para el medio ambiente.