



Instituto Mexicano para la Competitividad A.C.

Manual de uso de calculadora de acciones de mitigación de gases
de efecto invernadero para México 2012-2030

Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental
Dirección General de Políticas para el Cambio Climático
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)



Índice

I. Introducción.....	4
II. Características de la herramienta.....	5
II.2 Limitantes	7
III. Manual de uso	8
IV. Metodología	11
IV.1 Línea base de emisiones.....	11
V. Resultados	17
Anexo 1. Factores de emisión del GRID.....	19
Anexo 2. Gráficas resumen.....	20

Resumen Ejecutivo

El Programa Especial de Cambio Climático (PECC), creado en el 2008 como parte de los compromisos del gobierno mexicano para combatir el cambio climático, concluye su primera etapa en el 2012. Con el objetivo de continuar con el esfuerzo de mitigación de gases de efecto invernadero, el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) ha desarrollado una herramienta que permitirá crear escenarios de abatimiento incorporando medidas de mitigación adicionales, así como el potencial de las principales medidas actuales al año 2030. Además, esta herramienta permite cuantificar cambios en la línea base de emisión nacional y obtener la rentabilidad de las inversiones en cada tecnología o acción considerada, así como los costos de inversión de la misma.

El presente documento tiene como fin servir de guía para que el usuario comprenda el funcionamiento y alcances de la calculadora que se desarrolló en Excel, por ser esta una herramienta simple y popular entre los potenciales usuarios.

La calculadora tiene dos principales secciones: la que agrupa las medidas de mitigación y la estimación de nuevas líneas base de emisiones.

Para trabajar con las acciones de mitigación existen tres tipos de cambios que puede hacer el usuario:

- “Prender” o “apagar” una meta y observar su impacto en la mitigación total.
- Cambiar la “magnitud” de las medidas. Por ejemplo: el usuario puede modificar el número de Mw construidos anualmente para la generación de energía eléctrica en granjas eólicas (cambio de **tamaño**).
- Puede modificar los supuestos a **detalle** del análisis costo-beneficio y la metodología para calcular la mitigación.

Por otro lado, la línea base de emisiones fue construida usando prospectivas oficiales del gobierno federal para diversos sectores de la economía. La herramienta permite al usuario cambiar dichas prospectivas de acuerdo a sus necesidades o a la existencia de nueva información. El fin es facilitar la comprensión y el análisis de los resultados por acción y sector: Generación de Electricidad, Petróleo & Gas, Transporte, Industria, Edificios & Vivienda, Agropecuario & Forestal, y Residuos.

La calculadora contempla un total de 42 medidas de mitigación con un potencial de 160 y 255 MtCO₂e para 2020 y 2030 respectivamente, lo que representa una disminución del 20% y 25% de las emisiones nacionales calculadas para estos años. Alcanzar esta mitigación implicaría una inversión inicial (acumulada de 2009 a 2030) de 1.77 billones de pesos, equivalente a 47% del presupuesto federal en 2012. Sin embargo, del monto mencionado aproximadamente el 10% ya habría sido cubierto entre el periodo 2009-2012. La tasa interna de retorno promedio de dichas inversiones es de 24%, lo que indica que existe oportunidad para financiar algunas de estas medidas a través del mercado. Al final la comparación de las tasas de retorno por meta ayuda a planear su financiamiento así como el esfuerzo necesario para evaluar otros aspectos que no incluye la calculadora como riesgo y las barreras a la inversión.

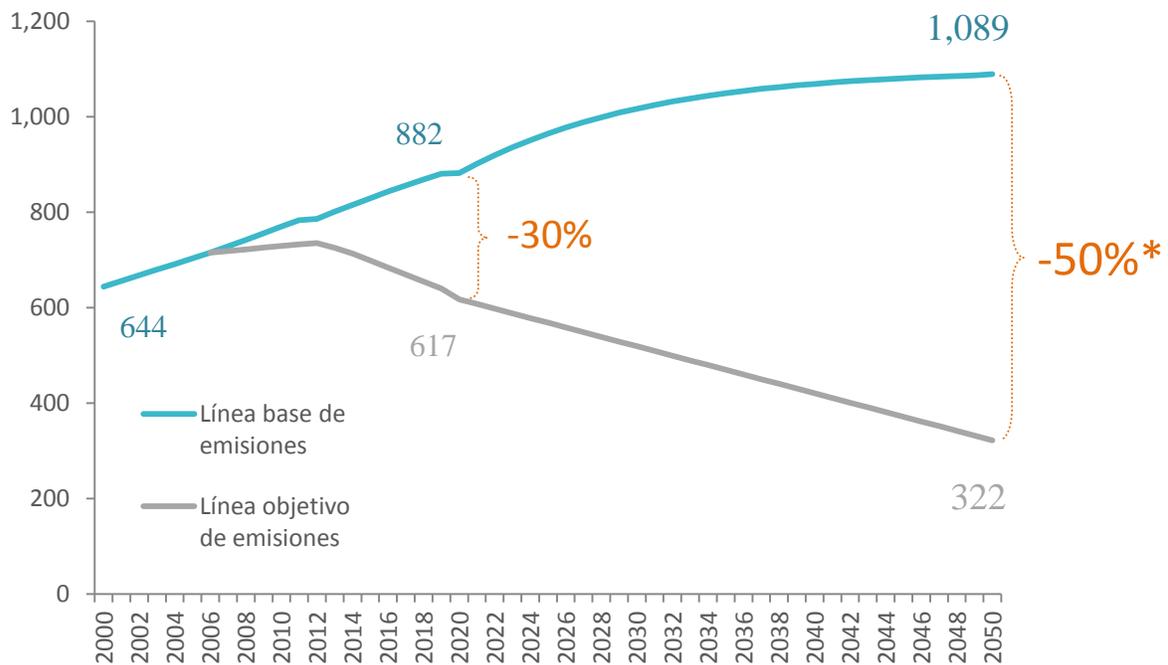
I. Introducción

El gobierno federal mexicano creó en 2008 el Programa Especial de Cambio Climático (PECC), eje central de las políticas de mitigación de gases de efecto invernadero (CO₂e)¹ del país. Sin embargo, el programa concluye en el año 2012, por lo que es indispensable contar con una herramienta que facilite la construcción de un nuevo programa después de esta fecha.

La calculadora que se describe en este documento tiene como fin contribuir a la elaboración de la siguiente estrategia al estimar mitigaciones futuras y ahorros monetarios para cada una de las acciones de mitigación analizadas, tanto del PECC como de nuevas medidas sugeridas.

La gráfica 1, muestra la mitigación necesaria para alcanzar las metas planteadas por la presente administración para los años 2020 y 2050, lo que implica una disminución de 265 y 767 MtCO₂e respectivamente. La meta del 2020 representa una mitigación 5.23 veces superior a la planteada por el PECC en 2012, y de 15.15 veces para cumplir la meta a 2050.

Gráfica 1. Mitigación objetivo para los años 2020 y 2050 (MtCO₂e)



*Reducción al 50% de las emisiones de CO₂e con relación a las emitidas en el año 2000

Fuente: PECC

¹ Concentración de CO₂ que podría causar el mismo nivel de daños a la atmósfera que la concentración de diversos gases de efecto invernadero.

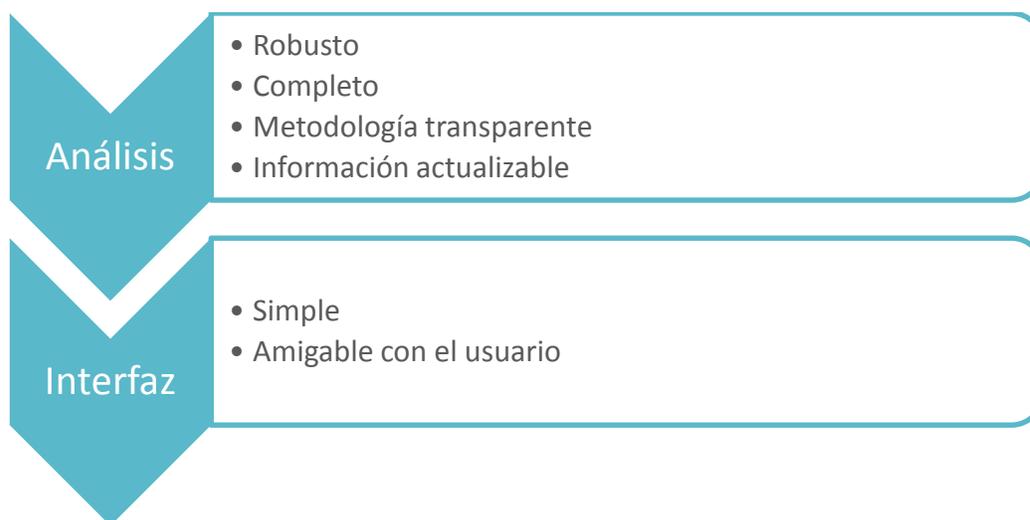
Previo al desarrollo de la presente calculadora, el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) desarrolló una calculadora más simple como parte de un análisis costo beneficio de las 22 principales acciones del PECC. Esta nueva calculadora, aunque se basó en este primer ejercicio, se diferencia por:

1. Incorporar 21 nuevas tecnologías.
2. Incluir las inversiones iniciales de todas las medidas.
3. Incluir las metas analizadas anteriormente pero con indicadores y variables actualizadas.
4. Estimar líneas base para distintos sectores actualizando los supuestos oficiales, simplificando la metodología de las líneas base anteriores y transparentando todas las variables y supuestos.
5. Incorporar la capacidad de generar escenarios con tres niveles de detalle cambiando tanto variables financieras como de mitigación.

II. Características de la herramienta

Los objetivos de la calculadora son: contribuir en la creación de una nueva versión del PECC y construir escenarios que permitan a las autoridades planear y adecuar el nuevo PECC con base en las metas propuestas al 2020 y al 2050. Por ello, la herramienta permite un análisis robusto y completo de cada acción, así como una interfaz amigable con el usuario para manejar la información de la forma más sencilla.

Figura 1. Principales características de la herramienta



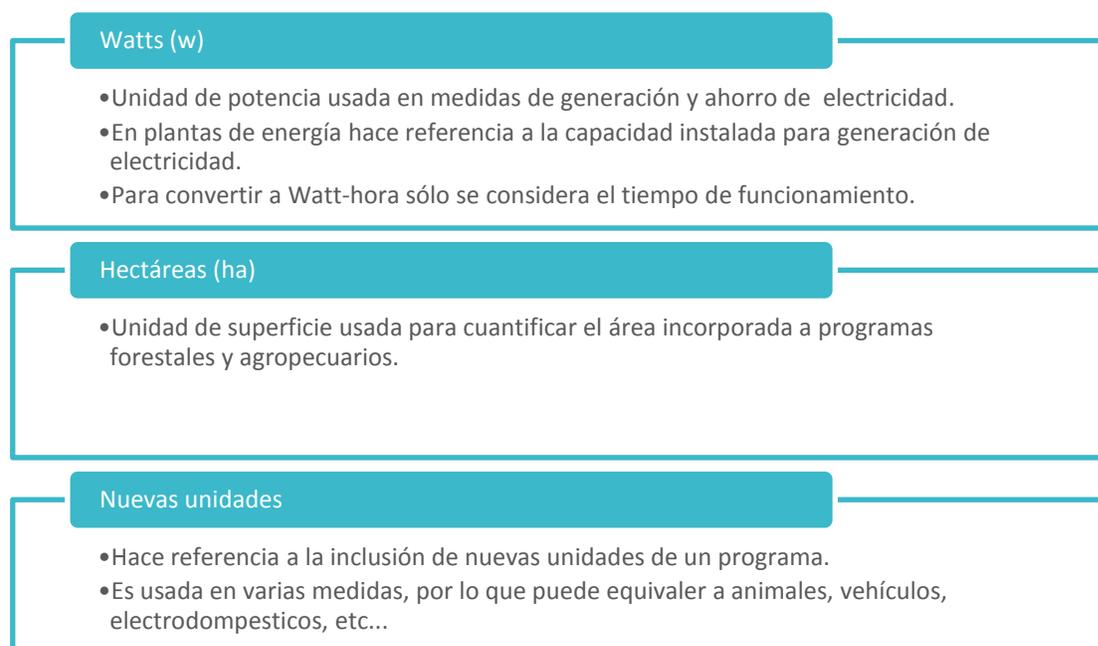
Fuente: Elaboración propia

II.1 Alcances

Como se mencionó, la calculadora contempla 42 medidas de mitigación y una interfaz interactiva que permite al usuario “adentrarse” en el funcionamiento de la calculadora. Existen tres formas de generar escenarios de mitigación:

- **Prendiendo y apagando medidas:** El usuario puede “prender” o “apagar” medidas y observar los cambios en la mitigación total o por sector, así como cambios en la tasa interna de de retorno de su portafolio de acciones, y de la inversión inicial requerida.
- **Tamaño:** El usuario puede cambiar la “magnitud” de las medidas. Por ejemplo: para la medida de *Pago por servicios ambientales*, el usuario puede cambiar el número de hectáreas incorporadas al programa en cada año.²
- **Detalle:** Los usuarios pueden modificar supuestos utilizados en el análisis costo-beneficio, inclusive la metodología para calcular la mitigación. Por ejemplo, pueden cambiar el precio de la electricidad.

Figura 2. Principales parámetros usados en la calculadora



Fuente: Elaboración propia

² La herramienta permite cambiar estos valores de 2009 a 2030. Se eligió el 2009 como año de inicio ya que el análisis incluye acciones del PECC, y porque así se puede entender su repercusión en la línea base de emisiones.

Para el caso de la línea base, esta se reconstruyó a partir de las perspectivas del gobierno federal, lo que representa una aproximación confiable de las expectativas de emisión de los diversos sectores productivos y de la economía nacional. Sin embargo, dichas líneas también se pueden actualizar como prefiera el usuario.

Dicha flexibilidad, permite a aquellos usuarios interesados en mayor detalle, modificar más de mil variables. De esta forma se puede recrear la mitigación, crear nuevas líneas base y estimar los rendimientos de las inversiones, así como de sus costos y beneficios. La idea es que la herramienta permita una mejor planeación de las inversiones futuras de mitigación y mejores políticas para su financiamiento.

II.2 Limitantes

Las principales limitantes de la calculadora son:

1. La calculadora no considera costos institucionales ni costos de implementar cada una de las medidas. A pesar de incluir costos de equipo, mano de obra, operación, mantenimiento, entre otros, no se incluyeron dichos costos de implementación debido a que recabar información para estimarlos requiere de un trabajo de investigación de campo. Por ejemplo, estimar el costo de implementación de una medida implica comparar elasticidades precio e ingreso de distintas alternativas. El no considerar los costos institucionales, implica que las tasas internas de retorno posiblemente estén sobrestimadas. Sin embargo, los costos administrativos son en su mayor parte fijos, así que pueden en muchas ocasiones considerarse costos hundidos, lo que no altera el análisis costo-beneficio en el margen. Además, este es el caso para todas las medidas analizadas, por lo que siguen siendo comparables y útiles para decidir cuál medida a implementar.
2. La estimación de la mitigación de las medidas no considera efectos secundarios. Por ejemplo, al chatarrizar un auto y sustituirlo por un auto nuevo, la gente puede usar más el auto y por tanto emitir más. El qué tanto más pueda usar alguien el auto por ser nuevo es un factor desconocido (*"rebound"*) que se tendría que estimar e incluir en la metodología. Sin embargo, aunque dichos efectos existen y pueden ser importantes para algunas acciones en particular, medir su impacto está fuera del alcance de este trabajo.
3. Otros efectos secundarios como *"leakage"* o *"cross effects"* tampoco se consideran. El *"leakage effect"* tiene que ver con lo que pasa con la mitigación en otras partes, una vez que un proyecto se puso en marcha. Por ejemplo, el que se incorpore una región al programa de Pagos por Servicios Ambientales puede aumentar la tasa de deforestación en otras zonas del país que no entraron al programa. Para el caso de *"cross effects"* la calculadora no incorpora los efectos que una acción tenga en la mitigación o rendimiento de otra acción. Es decir, todas las acciones se consideran de forma independiente, el modelo no contempla efectos endógenos.

III. Manual de uso

La herramienta cuenta con un total de 13 hojas, de las cuales 9 se encuentran visibles y 4 están ocultas. En las hojas visibles se pueden ver de forma individual y por sector los resultados de la puesta en marcha de las medidas planteadas, se muestra la mitigación, tasa interna de retorno y la inversión inicial requerida por cada medida. También se incluye una hoja con un manual básico.

Las 4 pestañas ocultas incluyen los supuestos, cálculos, metodologías seguidas para calcular la mitigación de cada una de las metas y las líneas base de emisión. La razón de que estén ocultas es simplemente para no saturar al usuario con información más compleja, sin embargo, se pueden consultar y hacer visibles cuando el usuario lo desee.³

Figura 3. Muestra las hojas contenidas en la calculadora y su contenido

	Nombre de la hoja	Contenido
Hojas visibles	Manual	Manual de uso de la herramienta y un análisis desagregado por meta o sector en el caso de la hoja "General", estas incluyen: mitigación anual, inversión inicial, tasa interna de retorno y valor presente neto
	General	
	Generación de Electricidad	
	Petróleo & Gas	
	Transporte	
	Industria	
	Edificios & Vivienda	
	Agropecuario & Forestal	
	Residuos	
Hojas ocultas	Supuestos	Supuestos y cálculos desarrollados para el análisis
	Metodología de Mitigación	
	Cálculos	
	Línea Base	

Fuente: Elaboración propia

A continuación se resume las posibles formas en las que el usuario puede crear distintos escenarios en la calculadora.

³ Para tener acceso a una hoja oculta, basta con colocar el cursor sobre una pestaña y dar click derecho, aparecerá un menú, se selecciona "Mostrar", a continuación aparece la lista de hojas ocultas, ahora se selecciona el nombre de la hoja que se desea consultar (Ejemplo "Supuestos") seguido de click en "Aceptar" y aparecerá la pestaña correspondiente a la hoja.

a) Modificar las “Celdas de alimentación”

En las “Celdas de alimentación” el usuario puede cambiar los valores contenidos en el escenario propuesto por el IMCO. Para identificar dichas celdas fácilmente, estas se colorearon en anaranjado.

Figura 4. Ejemplo de “Celdas de alimentación”

Geoterminia			
Características del sistema	Valor	Unidades	Fuente
Capacidad instalada	26.6	Mw	CFE
Autoconsumo	6.1%	%	
Inversión en el año 3	2.5%	%	
Inversión en el año 2	60%	%	
Inversión en el año 1	37.5%	%	
Vida útil	30	años	
Factor de planta	85%	%	
Costos	Valor	Unidades	Fuente
Inversión inicial	\$26,796,403	pesos/Mw	CFE
Eficiencia neta	17.18%	%	
Régimen térmico	20,954.6	MJ/Mwh	
Calor específico del vapor geotérmico	2,764.9	MJ/ton	
Consumo específico de combustible	7.58	tons de vapor/Mwh	
Precio del vapor geotérmico	\$81.94	pesos/ton	
Costo de combustible	\$621.01	pesos/Mwh	
Costo de operación y mantenimiento	\$110.64	pesos/Mwh	
Beneficios	Valor	Unidades	Fuente
Energía producida	185,981.72	Mwh/año	IMCO (con datos de CFE)

Fuente: Elaboración propia

b) “Prender” o “Apagar” las medidas o sectores

Esta opción se encuentra disponible en las hojas visibles y permite al usuario incluir o quitar cualquier medida o sector, según sea el caso, del análisis con sólo dar un click sobre la medida.

Figura 5. Ejemplo de medidas “prendidas” y “apagadas”

Medida	Mitigación y nuevas unidades (2009-2030)	Inversión inicial total (millones de pesos)	VPN (millones de pesos)	TIR (sin carbono)	TIR (con carbono)
<input checked="" type="checkbox"/> Biomasa	Nuevas Unidades (Mw) 4,773 Mitigación (MTCO2) 71.01	\$94,831	\$1,884,480,054.91	12.80%	15.19%
<input checked="" type="checkbox"/> Eólica	Nuevas Unidades (Mw) 3,570 Mitigación (MTCO2) 41.90	\$86,248	\$60,653.71	22.07%	23.55%
<input type="checkbox"/> Geoterminia	Nuevas Unidades (Mw) 0 Mitigación (MTCO2) 0.00	\$0	\$0.00	0.00%	0.00%
<input type="checkbox"/> Hidroeléctrica	Nuevas Unidades (Mw) 0 Mitigación (MTCO2) 0.00	\$0	\$0.00	0.00%	0.00%
<input checked="" type="checkbox"/> Nuclear	Nuevas Unidades (Mw) 6,000 Mitigación (MTCO2) 236.64	\$396,610	\$227,076.33	17.69%	18.74%

Fuente: Elaboración propia

c) Crear nuevas medidas

La herramienta permite integrar nuevas acciones al análisis, basta con llenar los espacios correspondientes a la TIR, inversión inicial o mitigación anual esperada para poder observar sus impactos en la línea base de emisiones y en el resumen sectorial. Al contar con una amplia diversidad de acciones y desconocer las nuevas acciones que se desean incluir, resulta imposible automatizar los cálculos para nuevas acciones no consideradas en el análisis, por lo que el usuario deberá realizar sus propios cálculos para después integrarlos a la calculadora.

d) Localizar información

La extensión del estudio implica una gran cantidad de datos y cálculos, lo que se traduce en miles de celdas de Excel. Para facilitar al usuario localizar información, se incluyó en las hojas que contienen los supuestos, cálculos y metodologías un control que ubica al usuario en el inicio de la lista de variables del sector con sólo dar click en el botón correspondiente al sector a consultar, (ver figura 6).

Figura 6. Panel de control



Fuente: Elaboración propia

IV. Metodología

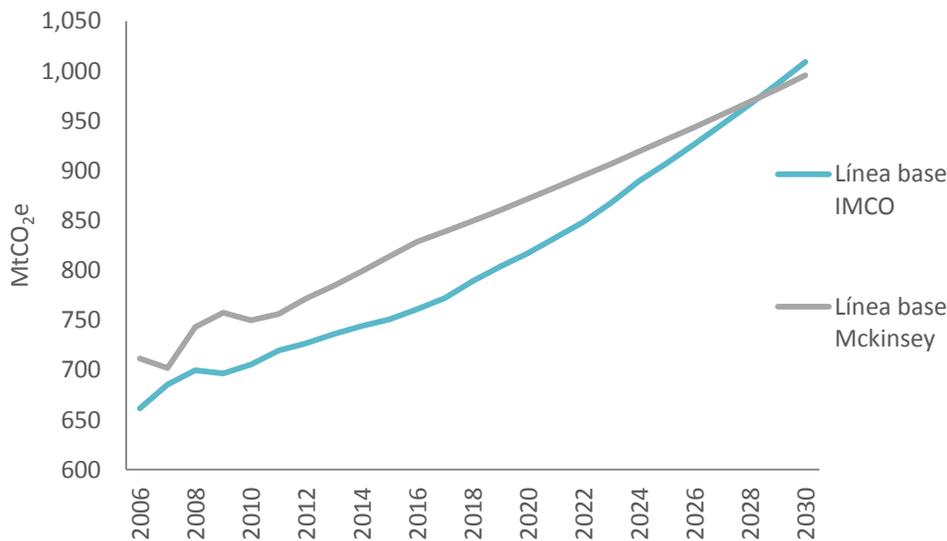
IV.1 Línea base de emisiones

La herramienta desarrollada por IMCO incluye la construcción de una línea base de emisiones con horizonte 2030, construida a partir de prospectivas oficiales del gobierno federal con horizonte 2025. Los sectores que se analizaron fueron siete: Generación de Electricidad, Petróleo & Gas, Transporte, Industria, Edificios & Vivienda, Agropecuario & Forestal y Residuos.

Se tomó como punto de partida la línea base de emisiones construida por Mckinsey hace un par de años, ya que fue utilizada por las autoridades mexicanas. Sin embargo, se actualizó utilizando prospectivas oficiales de cada sector y proyecciones del 2010 en lugar del 2008.

Por otro lado, también se utilizaron supuestos empleados por las secretarías y por el IMCO para determinar cambios en las prospectivas anuales para algunos subsectores. A continuación se contrastan ambas líneas base (McKinsey e IMCO) y se explican las principales diferencias para cada sector.

Gráfica 2. Línea base de emisiones nacional



Fuente: Elaboración propia con información de varias fuentes

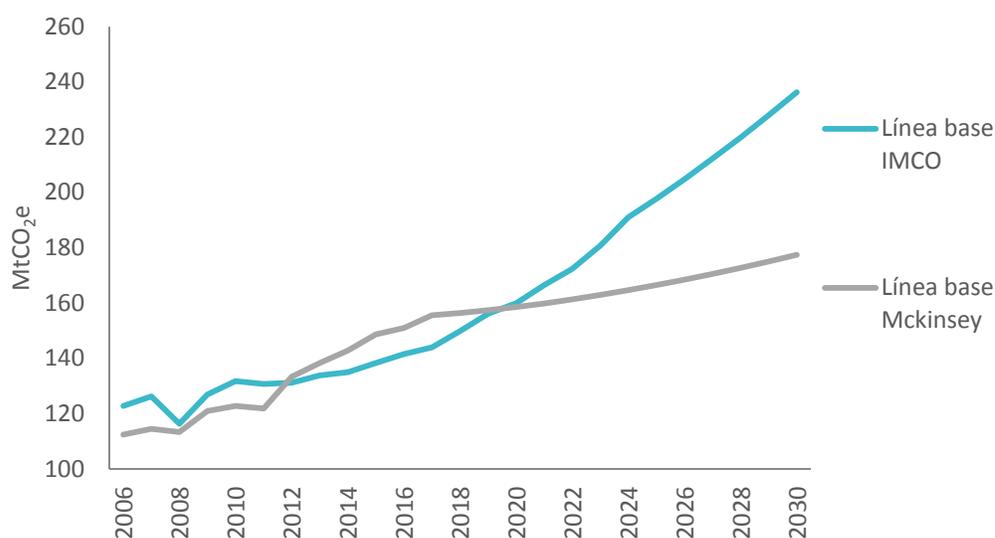
Generación de Electricidad

Para calcular la línea base del sector, primero se calcularon los factores de emisión por tecnología de generación de energía basados en el documento “Costos y Parámetros de Referencia para la Formulación de Proyectos de Inversión en el Sector Eléctrico” (COPAR) versión 2009, publicado por la Comisión Federal de Energía (CFE). Con base en la participación de cada tecnología en la generación de energía, se determinó el factor de emisión por cada Mwh generado. En el anexo 1 se detalla la metodología empleada para calcular el factor de emisión del GRID nacional.

El factor de emisión del GRID multiplicado por la generación bruta de energía arroja la línea base de emisiones del sector. Para calcular la generación bruta de energía se utilizó el “Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2010-2024”, publicado por CFE. Para estimar las emisiones generadas por la producción de electricidad de privados se usó la “Prospectiva de petrolíferos 2010”.

La gráfica 3 contrasta las dos líneas base para el sector (Mckinsey e IMCO), donde la principal diferencia radica en que la línea de Mckinsey se basa en la “Prospectiva de petrolíferos 2008-2017” publicada por la Secretaría de Energía (Sener), mientras que la de IMCO sólo utilizó esta para el sector privado. Para la generación del sector público IMCO contempló la evolución de la mezcla de tecnologías de generación establecidas en el POISE (2010-2024). Esto permite observar la evolución del GRID nacional ante cambios en la participación de las tecnologías de generación.

Gráfica 3. Línea base de emisiones del sector “Generación de Electricidad”



Fuente: Elaboración propia con datos de Sener

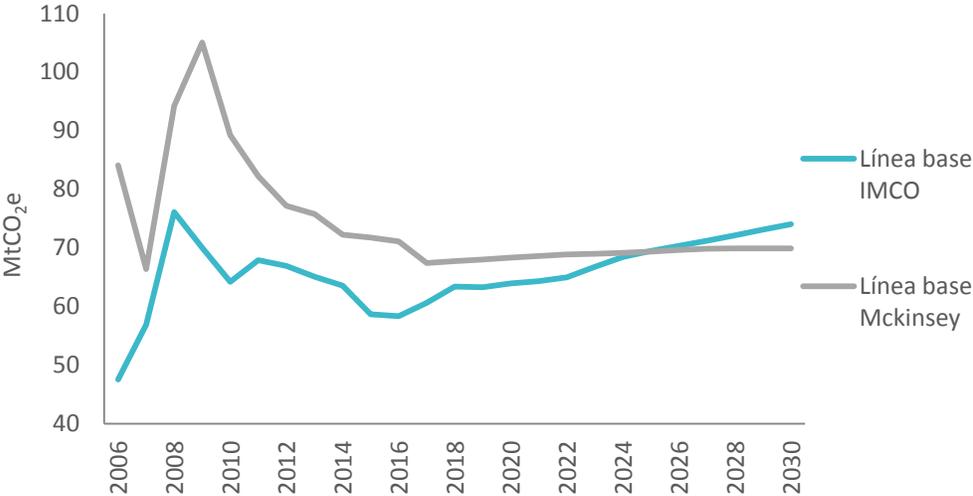
Petróleo & Gas

Para el sector Petróleo & Gas la línea base se divide en tres fuentes de emisión:

- i. Consumo de combustibles fósiles, que se aproximó con la “Prospectiva de petrolíferos 2010-2025” y el documento equivalente al mercado de gas natural. Con dichos documentos se proyectó la demanda del sector para ambos productos que representa la fuente de emisiones más importante del sector.
- ii. Consumo de electricidad, basado en el informe “Responsabilidad social de Pemex 2010” que proyecta el comportamiento del consumo de energía eléctrica del sector y su factor de emisión.
- iii. Fugas de gas natural, obtenida a partir del “Anuario Estadístico 2011” de Pemex.

Al comparar la metodología de IMCO con la de Mckinsey se encuentra que esta es prácticamente la misma. Sin embargo, en los cálculos de Mckinsey se incluyen emisiones en minas y un rubro llamado “Iniciativas adicionales” del la cual se desconoce su origen.

Gráfica 4. Línea base de emisiones del sector “Petróleo & Gas”



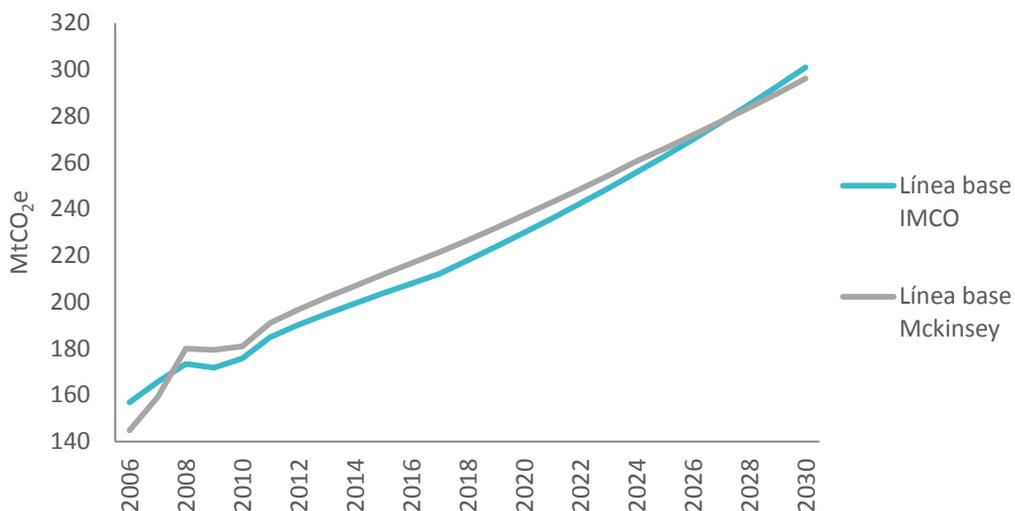
Fuente: Elaboración propia con datos de Sener y Pemex

Transporte

El sector Transporte genera emisiones mediante la quema de combustibles fósiles. Para la construcción de esta línea base se tomó como única referencia la “Prospectiva de petrolíferos 2008-2017”, en lugar de la versión 2010-2025, ya que esta última contempla la inclusión de dos normas vehiculares. Al ser la norma vehicular una de las medidas incluidas en el análisis de IMCO, hubiera implicado que la calculadora estaría duplicando la mitigación de esta medida.

El análisis del sector realizado por Mckinsey e IMCO utiliza el mismo documento base. Sin embargo, Mckinsey desagrega el cálculo por tipo de vehículo, rendimiento de combustible y distancia recorrida, mientras IMCO se basó enteramente en la prospectiva de consumo de combustible publicada por Sener para simplificar el uso de la calculadora.

Gráfica 5. Línea base de emisiones del sector “Transporte”

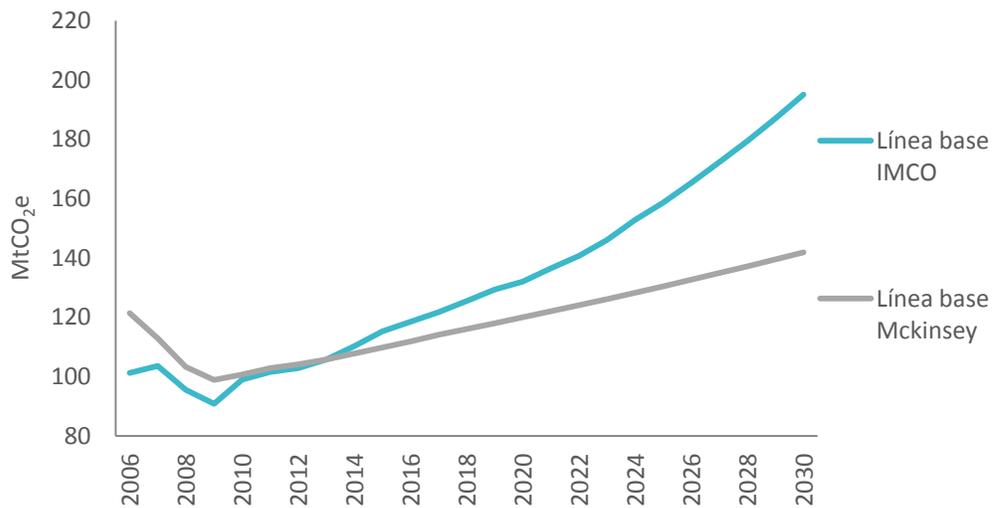


Fuente: Elaboración propia con datos de Sener

Industria

El sector industrial presenta una demanda de energía tanto térmica, como eléctrica, que resulta en emisiones de gases de efecto invernadero. Para construir la línea base del sector se utilizó la “Prospectiva de petrolíferos 2010-2025” y la “Prospectiva del Sector Eléctrico 2010-2025” para determinar los consumos de petrolíferos y electricidad del sector. La demanda de energía eléctrica pronosticada por la prospectiva incluye los ahorros producto del Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de Energía (PRONASE). Para evitar un doble conteo debido a que el análisis de IMCO incluye algunas acciones del PRONASE se reintegraron dichos ahorros a la línea base.

Gráfica 6. Línea base de emisiones del sector “Industria”



Fuente: Elaboración propia con datos de Sener

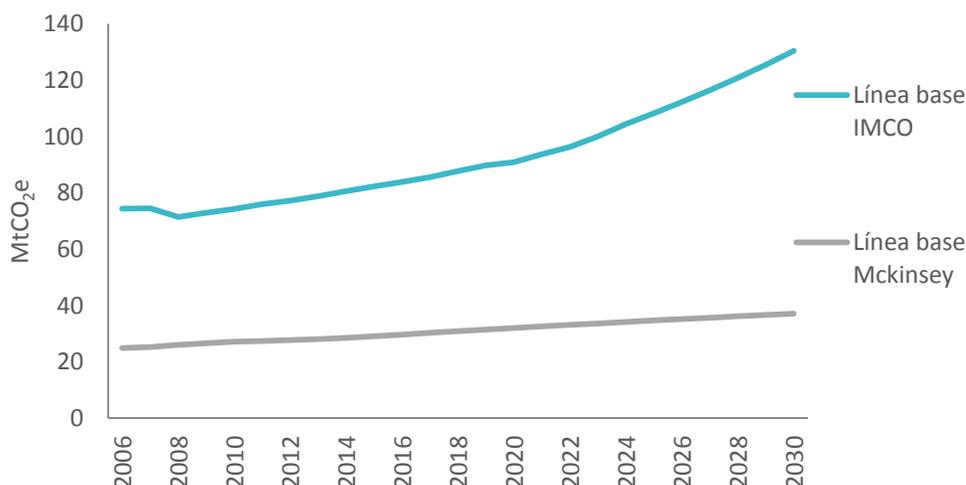
La principal diferencia entre ambas líneas, IMCO y McKinsey es que IMCO sí contempla las emisiones generadas por consumo de energía eléctrica.

Edificios & Vivienda

Para este sector, se construyó una línea base que incluye el consumo de combustibles fósiles y de electricidad tanto en hogares como en el sector de servicios y comercios. La información utilizada provino de las prospectivas de consumo de gas lp, gas natural y electricidad publicadas por Sener con horizonte a 2025. Las prospectivas de consumo incluyen ahorros a consecuencia del PRONASE, por ello para evitar subestimar la línea base se sumaron y reintegraron estos ahorros.

Respecto a las diferencias de la línea base de Mckinsey, IMCO contempla el consumo de leña en las emisiones generadas por el sector, además de la demanda de energía eléctrica, lo que representa una diferencia importante, ver gráfica 7.

Gráfica 7. Línea base de emisiones del sector “Edificios & Vivienda”



Fuente: Elaboración propia con datos de Sener

Agropecuario & Forestal

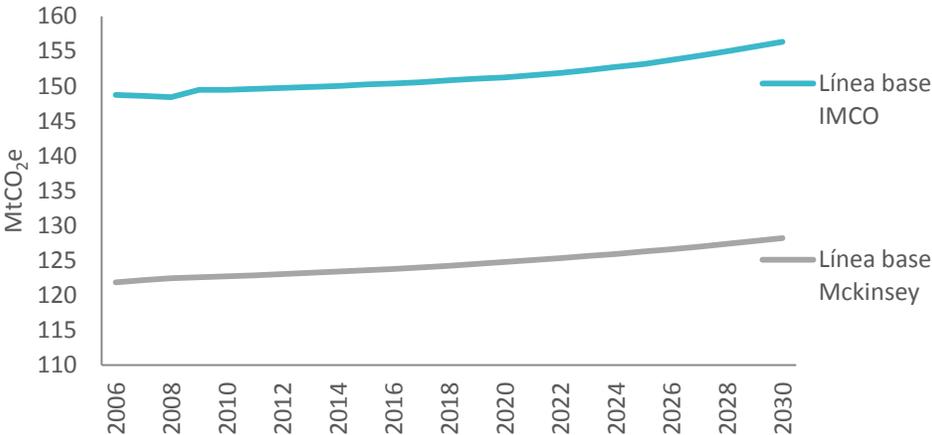
Las emisiones de este sector provienen de:

- i. Ganadería, incluye las emisiones producto del inventario nacional ganadero y del manejo del mismo.
- ii. Agricultura, emisiones derivadas de la quema de residuos agrícolas, consumo de electricidad para sistemas de bombeo de agua, uso de suelo y metano emitido por plantaciones de arroz.
- iii. Forestal, deforestación de bosques y selvas.

En las dos primeras actividades se tomó como referencia valores del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI), en conjunto con los crecimientos proyectados por McKinsey de las emisiones de este tipo.

La diferencia entre ambas líneas (McKinsey e IMCO) se debe a un supuesto de emisiones por deforestación (densidad de la biomasa), por lo que la diferencia se mantiene constante (ver gráfica 8).

Gráfica 8. Línea base de emisiones del sector “Agropecuario & Forestal”

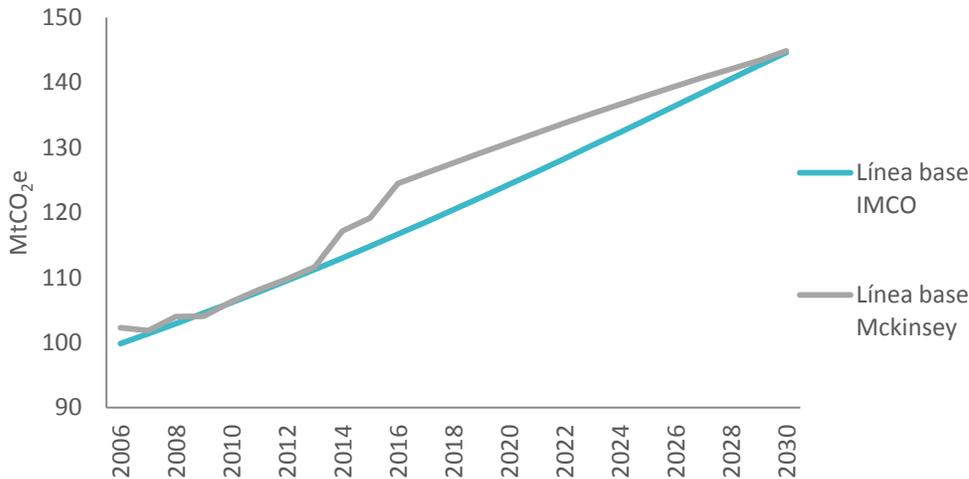


Fuente: Elaboración propia con datos de Conafor, Siap, Sener, INEGI

Residuos

La generación de gases de efecto invernadero del sector Residuos proviene principalmente del metano emitido por las aguas residuales y la descomposición de la basura orgánica. Para calcular la línea base del sector se partió de información proporcionada por la Comisión Nacional del Agua (Conagua), Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) e INEGI 2006. Para las emisiones futuras se emplearon las tasas de crecimiento empleadas en la línea base de Mckinsey, lo que derivó en escenarios muy parecidos (ver gráfica 9) entre ambas líneas.

Gráfica 9. Línea base de emisiones del sector “Residuos”



Fuente: Elaboración propia con datos de Conagua, Sedesol, INEGI

IV.2 Medidas de mitigación

Para determinar las medidas de mitigación a incorporar en la calculadora se utilizó la experiencia de IMCO. A partir de información detallada y entrevistas con las dependencias federales responsables del PECC, se determinaron las 42 tecnologías que se incluyen en la calculadora.

La calculadora resume los trabajos previos de IMCO con el PECC:

- Análisis costo beneficio de las 22 principales acciones del PECC, las cuales representan el 87% de la mitigación contemplada por el programa.
- Primera evaluación externa de incertidumbre y trazabilidad del PECC.
- Estimación de las principales medidas del PECC y nuevas medidas a incorporar al programa post 2012.

Derivado de esta experiencia, se decidió automatizar los resultados en una herramienta útil y contrastarla con nuevas líneas base para crear la herramienta más completa sobre proyecciones futuras de mitigación en el país.

V. Resultados

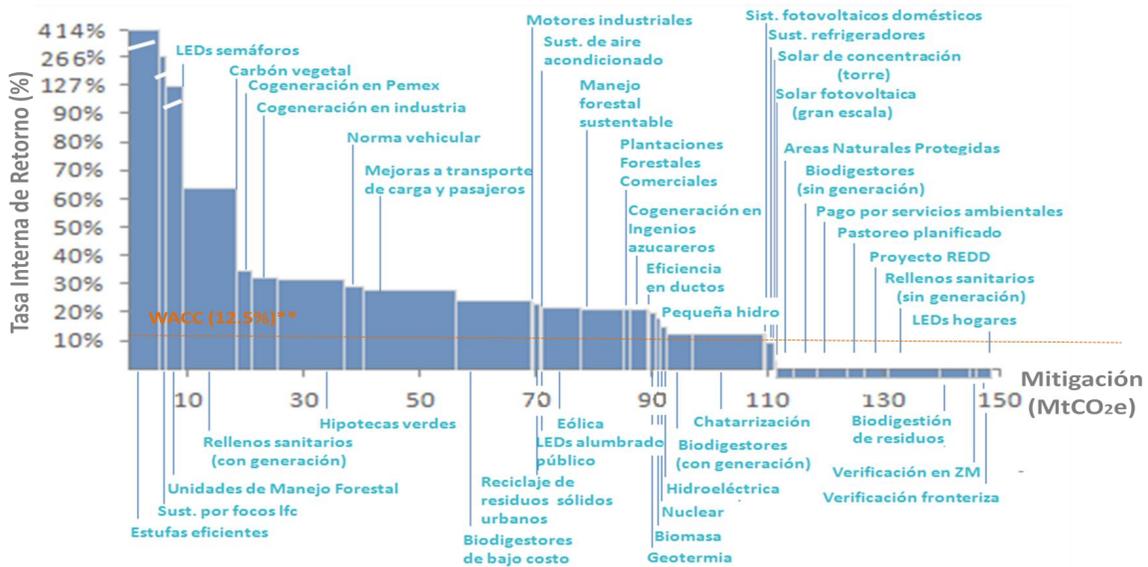
La calculadora es una herramienta que permite manejar de manera sencilla la información recopilada y analizada por IMCO, además de crear una infinidad de escenarios de emisiones del país con horizonte al 2030.

Como parte del análisis, la calculadora tiene precargado un escenario creado por IMCO con base en los potenciales de implementación identificados para las medidas analizadas. En el caso de las medidas forestales se decidió suponer un aumento en el número de hectáreas incorporadas a este tipo de programas, debido a que esto depende del presupuesto asignado a cada medida.

El escenario base calcula una mitigación potencial de 160 y 255 MtCO₂e para los años 2020 y 2030, lo que representa una disminución del 20% y 25% de las emisiones nacionales para estos años. Para llegar a esta mitigación se necesita una inversión inicial (acumulada de 2009 a 2030) de 1.77 billones de pesos, equivalente a 47% del presupuesto federal en 2012. Sin embargo, del monto mencionado aproximadamente el 10% ya habría sido cubierto entre el periodo 2009-2012. La tasa interna de retorno promedio de dichas inversiones es de 24%, lo que muestra que gran parte de estas acciones pueden ser financiadas por mecanismos de mercado. Dichas tasas permiten contar con una mayor claridad sobre la fuente de financiamiento de las medidas.

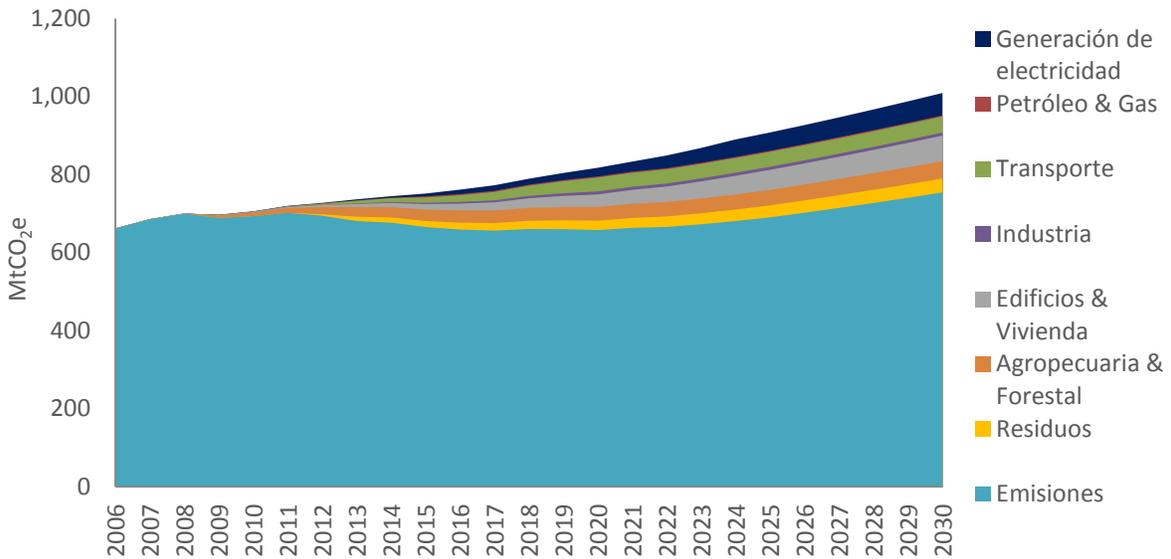
Las gráficas 10 y 11 resumen los resultados del análisis de IMCO, ya que muestran la tasa interna de retorno de cada medida, así como su mitigación con el escenario propuesto a 2020 y los cambios en la línea base de emisiones por sector.

Gráfica 10. Tasa interna de retorno y mitigación de CO₂e en 2020 para las 42 acciones analizadas⁴



Fuente: Elaboración propia con información de varias fuentes

Gráfica 11. Línea base de emisiones con la mitigación por sector



Fuente: Elaboración propia con información de varias fuentes

⁴ La gráfica se encuentra a más detalles en el anexo 2.

VI. Anexos

Anexo 1. Factores de emisión del GRID

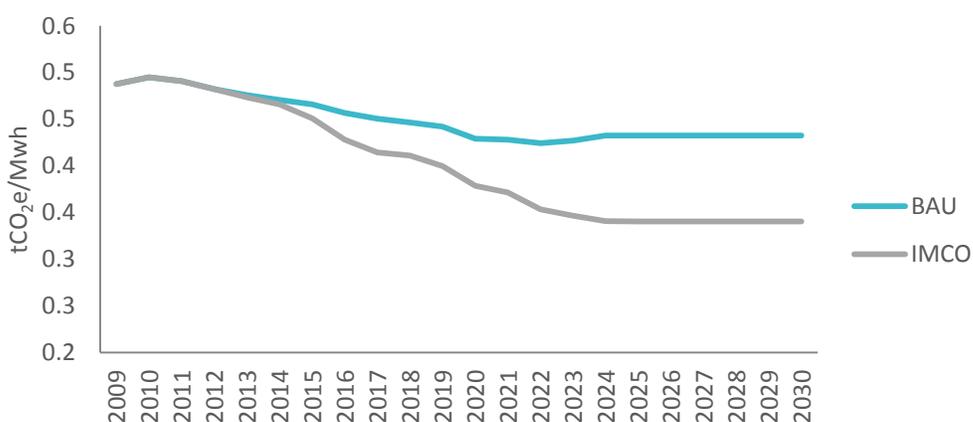
Para calcular la mitigación de gases de efecto invernadero consecuencia de la inclusión de tecnologías limpias de generación de electricidad, así como medidas de eficiencia energética se estimaron dos nuevos factores de emisión, no se usa el mismo factor de emisión para ambas ya que implicaría sobrestimar la mitigación producto de medidas de eficiencia energética.

México cuenta con dos redes eléctricas (la red principal y la de Baja California). Esta última representa el 5% de la electricidad producida y el 5.9%⁵ del total de la electricidad consumida.

Los factores estimados para este informe y utilizados en el análisis son:

1. Factor de emisión “BAU” (Business as Usual), cuyo factor anual de emisiones corresponde al resultado de asignar plantas de ciclo combinado⁶ a aquellas plantas que en la prospectiva del POISE 2010-2024 vienen señalizadas como “tecnología libre”. Usado para las medidas que implican generación de energía.
2. Factor de emisión “IMCO”, basado en un cálculo propio con datos tomados de COPAR 2009⁷, se considera que las plantas señaladas como “tecnología libre” en el POISE 2010-2024 serían plantas “verdes”. Usado en las medidas de eficiencia energética, no se usa el primer factor porque ya considera un reverdecimiento del GRID.

Gráfica 12. Factores de emisión del GRID



Fuente: Elaboración propia con información del POISE 2010-2024 y factores de emisión del IPCC.

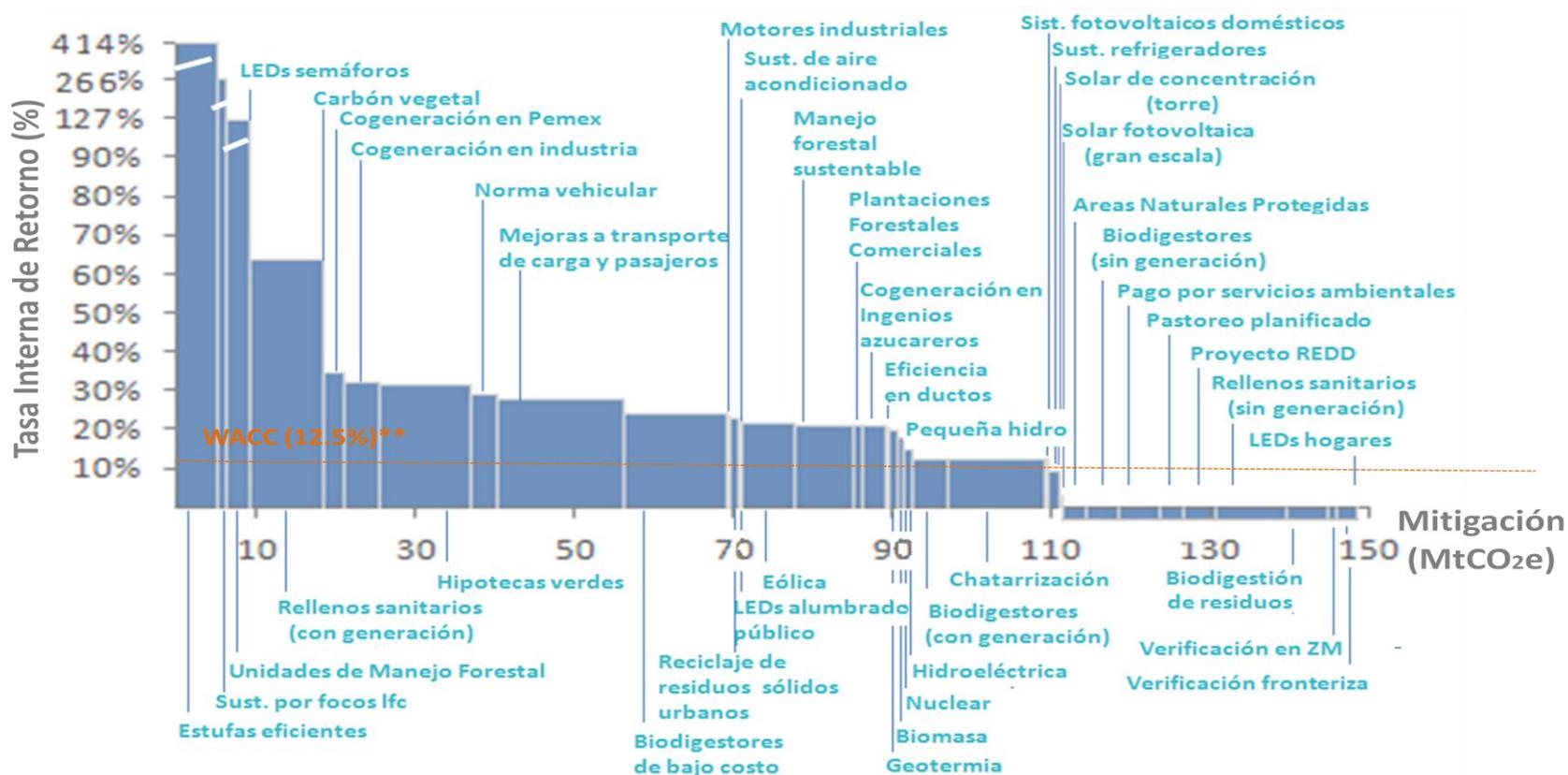
⁵ Programa de Obra e Inversiones del Sector Eléctrico 2011-2025

⁶ Se asignan plantas de ciclo combinado ya que presentan un costo nivelado de 55 USD/Mwh producido (COPAR 2011), y ser la tecnología más barata actualmente.

⁷ COPAR se refiere a Costos y Parámetros de Referencia para la Formulación de Proyectos de Inversión en el Sector Eléctrico

Anexo 2. Gráficas resumen

Gráfica 13. Tasa interna de retorno* y mitigación de CO₂e en 2020 para las medidas analizadas

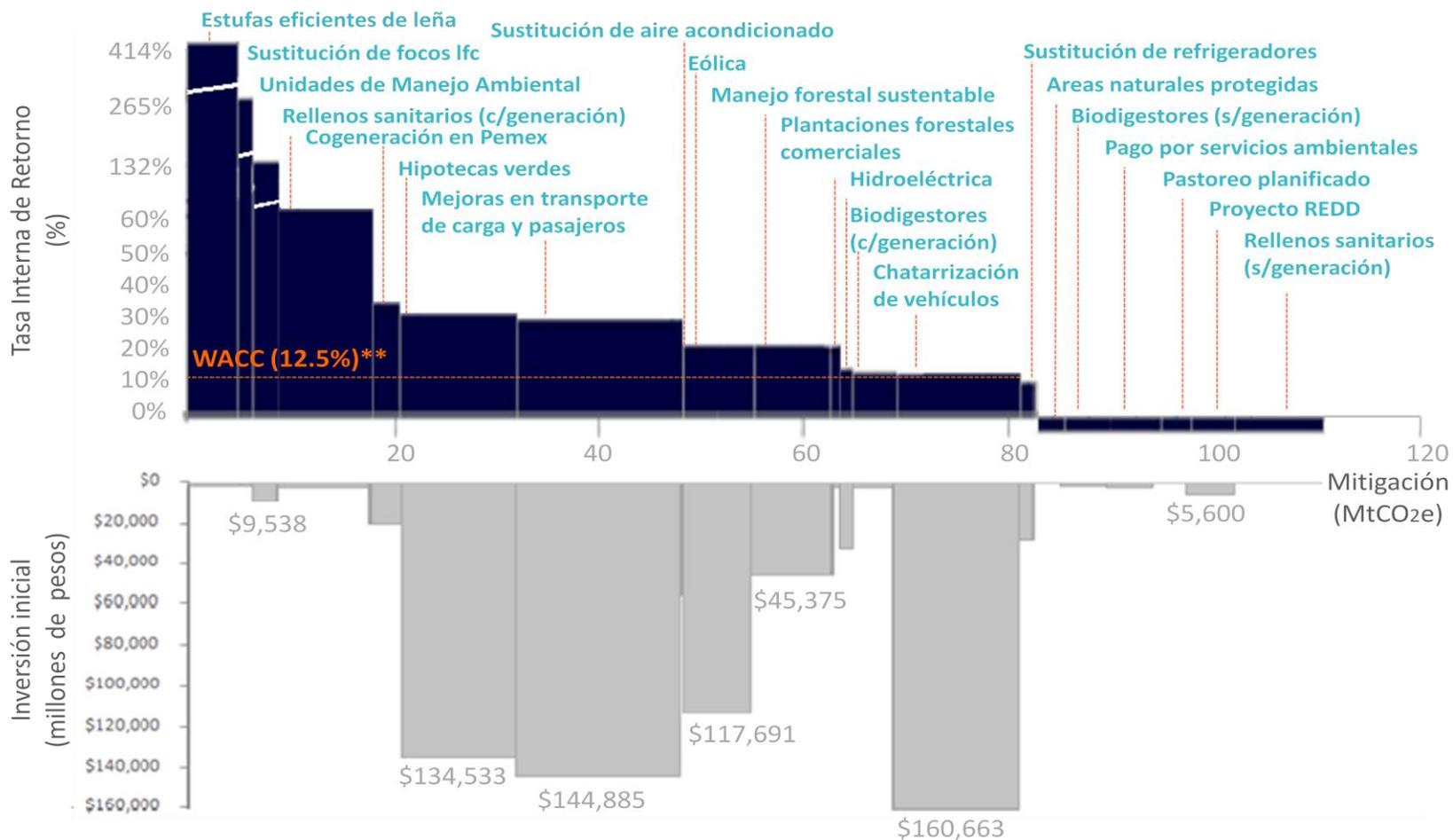


*La TIR sólo considera flujos financieros de ahorros obtenidos por estas inversiones y en donde aplica venta de electricidad. Esta TIR no incluye ingresos por venta de carbono ni ahorros por externalidades positivas.

** El costo de capital promedio es el WACC (Weighted Average Cost of Capital) de las 106 empresas de la Bolsa Mexicana de Valores

Fuente: Elaboración propia con información de varias fuentes

Gráfica 14. Tasa interna de retorno* y mitigación de CO₂e en 2020 para las medidas del PECC analizadas



*La TIR sólo considera flujos financieros de ahorros obtenidos por estas inversiones y en donde aplica, venta de electricidad. Esta TIR no incluye ingresos por venta de carbono ni ahorros por externalidades positivas.

** El costo de capital promedio es el WACC (Weighted Average Cost of Capital) de las 106 empresas de la Bolsa Mexicana de Valores

Fuente: Elaboración propia con información de varias fuentes

