

9.1 COSTOS

Para su cálculo se consideraron los costos generados a los particulares (participantes del sistema), debido al cumplimiento de las obligaciones establecidas en el Acuerdo por el que se establecen las Bases Preliminares del Programa de Prueba del Sistema De Comercio De Emisiones.

Cabe señalar que en el Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley General de Cambio Climático publicado en el Diario oficial de la Federación el 13 de julio de 2018, señala en el artículo segundo transitorio lo siguiente:

“...Previo a la implementación del sistema de comercio de emisiones señalado en el Artículo 94, se establecerán las bases preliminares para un programa de prueba sin efectos económicos para los sectores participantes, mismo que tendrá una vigencia de treinta y seis meses.”

Por lo que los costos aquí presentados, fueron calculados para los 36 meses (3 años) de duración del programa de prueba de las bases preliminares. Cabe señalar que en todos los casos se utilizó el redondeo de decimales.

I. Costos para las instalaciones participantes

De acuerdo a las bases, los participantes del mercado deberán cumplir con las siguientes obligaciones y sus costos:

- i. Elaboración de un Plan de Monitoreo,
- ii. Contratación de servicios de verificación de su reporte de emisiones directas de CO₂,
- iii. Administración de una cuenta en el mecanismo de seguimiento del sistema

i. Plan de Monitoreo

Este documento es optativo como se señala en el artículo décimo noveno, y si se realiza es por una única ocasión (artículos cuadragésimo primero, cuadragésimo segundo y cuadragésimo tercero). Puede realizarse en 5 días por personal del área de medio ambiente, seguridad e higiene del propio establecimiento. De los 5 días estimados, éstos corresponden a una persona con formación de ingeniería ambiental o en ciencias ambientales que realizará la revisión y descripción de los equipos que son fuentes de emisiones directas en su instalación.

Para la estimación de los costos, se estableció el supuesto de que todas las instalaciones participantes cuentan con personal de medio ambiente que pueda elaborar un plan de monitoreo, pero se estima el costo de oportunidad. Para determinar el costo de elaboración de un plan de monitoreo se tomó en consideración un salario mensual promedio, y el número de días de trabajo. Para establecer el costo se consideraron distintas posiciones y se consultó la información que proporciona el Observatorio Laboral del Servicio Nacional de Empleo.

Tabla 1. Costo total por concepto de salarios

Tipo de posición	Salario promedio mensual (\$)	Salario promedio diario (\$)	Días-Hombre de trabajo necesarias (número)	Costo Total (\$)
Ciencias ambientales	\$12,889	\$424	5	\$2,119.90
Costo promedio (\$)				\$2,119.90
Número de Instalaciones reguladas				308
Costo total (\$)				\$652,929.61

Fuente:

Elaboración propia con datos del Observatorio Laboral del Servicio Nacional de Empleo.

El salario promedio diario se obtiene de dividir el salario promedio mensual entre 30.4, de conformidad con el art. 142 del Reglamento de la Ley del ISR.

El costo promedio de un plan de monitoreo se estimó en \$2,119.90, asumiendo por simplicidad, que es el costo en el que todos los participantes tendrán que incurrir para dar cumplimiento a la obligación de presentar un Plan de Monitoreo.

Con datos del Registro Nacional de Emisiones (RENE) para los años 2014 a 2016, se identifican 308 instalaciones como potenciales participantes de la fase de prueba del SCE. Adicionalmente, cabe recordar que este documento es optativo y de realizarse, sería por una única ocasión en el periodo de vigencia del programa de prueba.

Al multiplicar el costo promedio de un plan de monitoreo por el total de instalaciones participantes, se tendría un costo total de **\$652,929.61 pesos**.

ii. Verificación anual

Esta obligación es de cumplimiento anual (artículo cuadragésimo tercero), y para ello el participante del sistema deberá contratar los servicios de un Organismo de Certificación acreditado y aprobado para tal efecto de acuerdo a la normatividad vigente.

Para estimar dicho costo se consideraron los montos promedio obtenidos de las visitas de testificación (evaluación) y/o vigilancia que realiza la SEMARNAT y PROFEPA en conjunto con la Entidad Mexicana de Acreditación a los Organismos de Certificación que pueden proporcionar servicios de verificación. Cabe señalar, que los datos obtenidos en estas visitas de testificación y vigilancia solo sirven de referencia, y no se hace señalamiento sobre los Organismos visitados, pues esta información es confidencial.

Cabe señalar que la verificación solicitada, se refiere únicamente a las emisiones directas de bióxido de carbono (CO₂), por lo que no se incluye en esta estimación de costos, ninguna emisión indirecta (por consumo de electricidad por ejemplo), ni de otros gases de efecto invernadero (metano u óxido nitroso por ejemplo).

El servicio de verificación de emisiones de gases de efecto invernadero incluye:

- a) Análisis de riesgo para establecer la información que se debe revisar, de acuerdo a las fuentes de emisión que manifieste el Establecimiento, la información proporcionada (por ejemplo, mediciones, facturas de compra, recibos, etcétera) y los riesgos inherentes y de control que se pueden presentar, por el manejo de información.
- b) Plan de verificación que detalle la información que se revisará, el equipo de verificación y los roles de cada verificador en el servicio, el nivel de aseguramiento, los criterios de verificación, el número de días de trabajo, la agenda de visita de sitio, etcétera.
- c) Revisión documental y de las instalaciones, de acuerdo a las fuentes de emisión, incluyendo registros de lo revisado y de las entrevistas efectuadas al personal involucrado.
- d) Elaboración del informe de verificación, detallando el desarrollo de la verificación y apegado al plan de verificación, resaltando los hallazgos identificados y la conclusión sobre el nivel de aseguramiento, la materialidad encontrada y la trazabilidad de la información.

El documento con el dictamen de verificación, indica el resultado conforme al nivel de aseguramiento que se solicita y contrasta las emisiones reportadas y las verificadas.

Tabla 2. Estimación de costos por verificación anual de CO₂

Descripción	Cantidad
Servicio de verificación(\$)	\$26,000.00
Costo del Dictamen de Verificación (\$)	\$14,000.00
Total (\$) (anual)	\$40,000.00
Instalaciones	\$308
Costo promedio (\$)	\$12,320,000.00
Frecuencia de la verificación (años)	3
Total (\$) (3 años)	\$36,960,000.00

Fuente:

Elaboración propia con datos de las visitas de testificación y vigilancia que realiza SEMARNAT y PROFEPA

De la tabla anterior se obtiene el costo promedio de una Verificación de emisiones de CO₂ y su dictámen correspondiente. Dicho costo tendría que ser cubierto anualmente, por los tres años de duración del programa de prueba, por alrededor de 308 instalaciones que participarán en la fase de prueba del SCE.

Al multiplicar el costo promedio de una verificación por el total de instalaciones participantes, por los 3 años de duración de la regulación, se tendría un costo total de **\$36,960,000.00 pesos**.

iii. Administración de la cuenta del participante en el sistema

Esta actividad corresponde a administrar la cuenta del participante en el sistema (artículo 29) que contiene los derechos de emisión asignados (artículo 16), y le permite al participante entregarlos digitalmente a la autoridad para dar cumplimiento a la regulación del sistema (artículo 22), o hacer transacciones entre los participantes (artículo 25). Puede realizarse con personal del propio participante.

Para la estimación de costos, se consideró que es una actividad que puede llevarse a cabo a la par de las actividades cotidianas del personal de las áreas de sustentabilidad corporativa o finanzas de cada empresa. Para determinar el costo de administración de una cuenta se tomó en consideración un salario mensual promedio, y el número de días de trabajo para diferentes posiciones. Para establecer el costo se consultó la información que proporciona el Observatorio Laboral del Servicio Nacional de Empleo. Como se observa en la Tabla 3, la cotización se realizó en función de la posición (licenciatura en finanzas y licenciatura en economía). Asimismo se hizo la consideración de que es una actividad que se lleva a cabo todo el año, pero no requiere personal de tiempo completo.

Tabla 3. Costo total por concepto de salarios

Tipo de posición	Salario promedio mensual (\$)	Salario promedio diario (\$)	Días-Hombre de trabajo necesarias al año (número)	Costo Total (\$)
Licenciatura en finanzas	\$18,547.00	\$610.10	6.5	\$3,965.64
Licenciatura en economía	\$14,276.00	\$469.61	13	\$6,104.87
Costo promedio anual por instalación (\$)				\$10,070.51
Instalaciones				308
Costo promedio anual (\$)				\$3,101,717.04
Periodo de prueba (años)				3
Costo Total (\$) (3 años)				\$9,305,151.12

Fuente:

Elaboración propia con datos del Observatorio Laboral del Servicio Nacional de Empleo.

El salario promedio diario se obtiene de dividir el salario promedio mensual entre 30.4, de conformidad con el art. 142 del Reglamento de la Ley del ISR.

De la tabla anterior se estima que cada instalación participante deberá erogar anualmente \$22,450.66 pesos por concepto de administración de su cuenta en el registro en el programa de prueba

Se estima además con datos del Registro Nacional de Emisiones (RENE)¹, que serán alrededor de 308 instalaciones las que participarán en la fase de prueba del SCE.

Al multiplicar el costo promedio de administración por el total de instalaciones participantes, por los 3 años de vigencia del programa de prueba, se tendría un costo total de **\$9,305,151.12 pesos**.

iv. Trámite “Solicitud de créditos de compensación para un proyecto o actividad elegible, y acciones tempranas”

¹ Datos considerados para los años de reports de 2014 a 2016

Esta actividad corresponde a la solicitud de créditos de compensación que realicen los interesados (artículo 34). Puede realizarse con personal del propio interesado.

Para la estimación de costos, se consideró que es una actividad que puede llevarse a cabo a la par de las actividades cotidianas del personal de las áreas de sustentabilidad corporativa o finanzas de cada empresa. Para determinar el costo de administración de una cuenta se tomó en consideración un salario mensual promedio, y el número de días de trabajo para diferentes posiciones. Para establecer el costo se consultó la información que proporciona el Observatorio Laboral del Servicio Nacional de Empleo. Como se observa en la Tabla 4, la cotización se realizó en función de la posición (licenciatura en finanzas y licenciatura en economía). Asimismo se hizo la consideración de que es una actividad que se lleva a cabo todo el año, pero no requiere personal de tiempo completo.

Tabla 4. Costo total por concepto de salarios

Tipo de posición	Salario promedio mensual (\$)	Salario promedio diario (\$)	Días-Hombre de trabajo necesarias al año (número)	Costo Total (\$)
Licenciatura en finanzas	\$18,547.00	\$610.10	1	\$610.10
Licenciatura en economía	\$14,276.00	\$469.61	2	\$939.21
Costo promedio por proyecto (\$)				\$1,549.31
Trámites esperados anuales				40
Costo promedio anual (\$)				\$61,972.37
Periodo de prueba (años)				3
Costo Total (\$) (3 años)				\$185,917.11

Fuente:

Elaboración propia con datos del Observatorio Laboral del Servicio Nacional de Empleo.

El salario promedio diario se obtiene de dividir el salario promedio mensual entre 30.4, de conformidad con el art. 142 del Reglamento de la Ley del ISR.

De la tabla anterior se estima que cada interesado deberá erogar \$1,549.31 pesos por concepto de llevar a cabo el trámite "Solicitud de créditos de compensación para un proyecto o actividad elegible, y acciones tempranas".

Se estima además con datos análisis de proyectos y estimaciones a futuro², que serán alrededor de 40 trámites anuales los que se solicitarán durante el programa de prueba del SCE.

Al multiplicar el costo promedio del trámite por el total de solicitudes, por los 3 años de vigencia del programa de prueba, se tendría un costo total de **\$185,917.11 pesos.**

² Estimación de costos para la atención al art. 78 de la LGMR

II. Costos totales

Sumando los costos estimados se tendría:

Tabla 4. Costos totales

Costo de plan de monitoreo para los participantes(\$)	\$652,929.61
Costo de verificación para los participantes (\$)	\$36,960,000.00
Costo de administración para los participantes (\$)	\$9,305,151.12
Costo de administración para los interesados (\$)	\$185,917.11
Costo total (\$)	\$47,103,997.83

Fuente:

Elaboración propia con información de investigación de campo.

Por lo que tenemos un costo total estimado de **\$47,103,997.83 pesos.**

9.2 Beneficios

I. BENEFICIOS AL MEDIO AMBIENTE Y LA POBLACIÓN EN GENERAL.

Beneficios a la salud y la población en general

La acción global frente al cambio climático es ineludible e impostergable. De acuerdo con la comunidad científica internacional, es necesario que todos los países reduzcan, de manera conjunta y decidida, las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para evitar que los efectos se agraven. Para México, este desafío conlleva problemas sociales, económicos y ambientales que ya afectan a su población, infraestructura, sistemas productivos y ecosistemas. Este fenómeno nos impone la necesidad de planear actuar de inmediato para reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero³.

La mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero tiene una variedad de cobeneficios asociada. Uno de ellos es la disminución de contaminantes locales al aire resultantes del menor consumo de combustibles fósiles, tiene la ventaja de que ocurre en el corto plazo y es principalmente aprovechado por los habitantes del país que esté realizando la mitigación.

De acuerdo al *Grantham Research Institute in Climate Change and the Environment*, perteneciente a la *London School of Economics*, las reducciones en los riesgos a la salud asociados a la

³ SEMARNAT. Estrategia Nacional de Cambio Climático 2013. Disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/06_otras/ENCC.pdf

contaminación del aire local y regional son por un amplio margen, la principal categoría de cobeneficios que surgen de la mitigación de gases de efecto invernadero.⁴

Procedimiento de estimación de beneficios por salud (reducción de la mortalidad)

La manera de estimar los beneficios consiste en determinar en una primera instancia la cantidad de emisiones de bióxido de carbono que se pueden mitigar con la regulación. Este paso se consigue al calcular las emisiones esperadas con dos escenarios, uno sin regulación (línea base) y el otro con la regulación implementada, la diferencia entre ambos escenarios es la mitigación que se puede conseguir con la regulación.

Para obtener los escenarios, se parte de la información disponible, en este caso para obtener la línea base se consultó el documento “Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030”⁵. Y para calcular el escenario de mitigación se tomaron como referencia las metas de mitigación inscritas en el mismo documento y en el párrafo tercero del artículo segundo transitorio de la Ley General de Cambio Climático.⁶

Con dicha información se precede a analizar el periodo para el cual la regulación propuesta surte efecto (2020 a 2022). Una vez calculada la reducción o mitigación de emisiones esperada para dicho periodo se multiplica por el valor de la mortalidad propuesto por el Instituto Graham (disponible como anexo).

Detalle metodológico

La metodología para el cálculo de los cobeneficios depende entonces de dos variables principales:

- a) Cantidad de emisiones mitigadas esperadas en el periodo 2020-2022 y
- b) El costo a la salud por la exposición a partículas PM2.5 derivada de las emisiones de CO₂.

Y se calcula con la ecuación siguiente:

Ecuación 1. Cálculo de beneficios a la salud por la mitigación de CO₂

$$Cb = (M_{2020} + M_{2021} + M_{2022}) \times C_{PM2.5}$$

Donde:

Cb:	Beneficios a la salud (\$)
M ₂₀₂₀	Mitigación esperada en 2020 (tCO ₂)
M ₂₀₂₁	Mitigación esperada en 2021 (tCO ₂)

⁴ The Grantham Institute. Multiple benefits from climate change mitigation: assessing the evidence, 2017. Disponible en: http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2017/11/Multiple-benefits-from-climate-action_Hamilton-et-al-1.pdf

⁵ México, Gobierno de la República, 2015. Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/162974/2015_indc_esp.pdf

⁶ Ley General de Cambio Climático:

La reducción del veintidós por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero se conseguirá a través del compromiso de los diferentes sectores participantes, de acuerdo con las metas siguientes: transporte -18 por ciento; generación eléctrica -31 por ciento; residencial y comercial -18 por ciento; petróleo y gas -14 por ciento; industria -5 por ciento; agricultura y ganadería -8 por ciento y residuos -28 por ciento.

M_{2022}	Mitigación esperada en 2022 (tCO ₂)
$C_{PM2.5}$	Valor de la mortalidad -de la exposición a partículas PM2.5- por tonelada de CO ₂ emitida (\$/tCO ₂)

Las estimaciones de los cobeneficios de reducir la exposición a las partículas PM2.5 fueron obtenidas del estudio “*Multiple benefits from climate change mitigation: assessing the evidence*” del mismo Instituto Grantham, y están basados en una combinación de epidemiología (relación entre exposición y resultados en salud), modelación física de dispersión de contaminantes y un análisis económico del valor de la reducción en la mortalidad (Grantham Institute, 2017).

A través de estos tres análisis, el Instituto Grantham examinó el potencial de los beneficios de salud para compensar los costos de la mitigación del cambio climático. Consideraron tanto el valor de la mortalidad por tonelada de CO₂ emitida en 2010 y los resultados del modelo para 2030, y encontraron que hay una fuerte evidencia que sugiere que los cobeneficios de salud de la mitigación de CO₂ pueden ser grandes, estimando conservadoramente en países de altos ingresos hasta \$100 USD por tonelada de CO₂ abatida, y de \$50 USD/tCO₂ en países de ingresos medios. La diferencia entre países desarrollados y en desarrollo se debe a la ineficiencia de carbono relativa que se observa en los países en desarrollo. Para México estimó un rango entre \$45 y \$59 USD/tCO₂ (Grantham Institute, 2017), si se toma el dato promedio se tiene un valor de \$ 52 USD/tCO₂, que representa la variable $C_{PM2.5}$ de la ecuación 1.

El siguiente paso en la metodología para la estimación de los beneficios de la implementación del SCE, es calcular la mitigación esperada para el periodo 2020-2022, con la siguiente ecuación.

Ecuación 2. Cálculo de la mitigación esperada de CO₂

$$M_y = BE_y - PE_y$$

Donde:

M_y	Mitigación esperada en el año y (tCO ₂)
BE_y	Emisiones de la línea base esperadas en el año y (tCO ₂)
PE_y	Emisiones del escenario de mitigación esperadas en el año y (tCO ₂)

Para el cálculo de las variables de la ecuación anterior se requiere la información siguiente:

- Línea Base de emisiones tendencial (*business as usual – BAU* por sus siglas en inglés): Contribución Determinada a Nivel Nacional de México ante la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC).⁷
- Metas de mitigación sectoriales: Ley General de Cambio Climático (LGCC). Art. Segundo Transitorio (DOF, 13 de julio de 2018).
- Emisiones reportadas en el Registro Nacional de Emisiones (SEMARNAT, 2018).

⁷ México, Gobierno de la República. “Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030.” Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/162974/2015_indc_esp.pdf

Con la línea base se puede calcular el nivel de emisiones del país para el periodo 2013 a 2030, de este resultado se consideran únicamente las emisiones de los sectores regulados por las presentes bases preliminares.

Tabla 5. Línea base de los sectores participantes del SCE

	Línea Base (MtCO ₂)			
	2013	2020	2025	2030
Generación Eléctrica	127	143	181	202
Petróleo y Gas	80	123	132	137
Industria	115	125	144	165

Fuente:

México, Gobierno de la República. (2015) Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/162974/2015_indc_esp.pdf

La línea base publicada solo cuenta con datos para los años 2013, 2020, 2025 y 2030, por lo que para obtener los datos de 2021 y 2022, se hizo una interpolación lineal, para obtener los siguientes datos.

Tabla 6. Línea base de los sectores participantes del SCE

	Línea Base (MtCO ₂)		
	2020	2021	2022
Generación Eléctrica	143.0	150.6	158.2
Petróleo y Gas	123.0	124.8	126.6
Industria	125.0	128.8	132.6

Fuente:

Elaboración propia con datos de México, Gobierno de la República. (2015) Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030.

Sin embargo, debido al umbral de participación, no todas las instalaciones de los sectores participan en el sistema, para calcular la línea base de las instalaciones participantes se tomo como base el reporte al Registro Nacional de Emisiones de las instalaciones participantes, y se calculó el porcentaje de contribución de las instalaciones participantes en las emisiones totales de cada sector a nivel nacional, estos porcentajes se refieren a cuantas emisiones son reguladas por la regulación propuesta en cada sector, por lo que los resultados se muestran en la siguiente tabla, en el caso por ejemplo de Generación eléctrica, el umbral de participación propuesto en el artículo octavo, permite regular el 99% de las emisiones del sector de generación eléctrica, y así consecuente mente con el sector petróleo y gas, e industria.

Tabla 7. Contribución de los participantes del SCE a las emisiones de cada sector

	Contribución de los participantes del SCE a las emisiones de cada sector (%)

Generación Eléctrica	99%
Petróleo y Gas	39%
Industria	63%

Fuentes:

SEMARNAT. (2018) Registro Nacional de Emisiones.

México, Gobierno de la República. (2015) Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030.

Con el porcentaje de contribución de los participantes, se puede obtener la línea base de los mismos, que equivale a la variable BE_i de la ecuación 2. En la siguiente tabla se puede observar que las emisiones de línea base de los participantes del programa de prueba, son menores a los mostrados en la tabla 6, pues la regulación propuesta no incluye a todas las fuentes de emisión de cada sector mostrado.

Tabla 8. Línea base de las instalaciones participantes del SCE

	Línea Base de las instalaciones participantes (MtCO₂)		
	2020	2021	2022
Generación Eléctrica	141.8	149.3	156.8
Petróleo y Gas	48.5	49.2	49.9
Industria	79.4	81.8	84.2

Fuente:

Elaboración propia con datos de México, Gobierno de la República. (2015) Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030.

El siguiente paso es calcular el escenario de mitigación (implementación del SCE), para lo cual se emplean las metas de mitigación sectoriales publicadas en la LGCC. Con ello se obtiene una trayectoria de emisiones esperadas bajo este escenario de mitigación. Las metas sectoriales se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 9. Compromisos sectoriales de mitigación al 2030 respecto a la línea base

	Compromiso de mitigación
Generación Eléctrica	-31.2%
Petróleo y Gas	-13.9%
Industria	-5.0%

Fuente:

México, Gobierno de la República. (2015) Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030.

Para obtener los datos del compromiso de mitigación para 2020, 2021 y 2022, se aplica el siguiente porcentaje de desviación de la línea base para el periodo 2019 a 2030, que se obtiene de extrapolar linealmente el compromiso de 2030 hacia atrás empezando en 2019.

Tabla 10. Compromisos sectoriales de mitigación de 2019 a 2030 respecto a la línea base

	Porcentaje de desviación de la Línea Base

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Generación Eléctrica	-2.6%	-5.2%	-7.8%	-10.4%	-13.0%	-15.6%	-18.2%	-20.8%	-23.4%	-26.0%	-28.6%	-31.2%
Petróleo y Gas	-1.2%	-2.3%	-3.5%	-4.6%	-5.8%	-7.0%	-8.1%	-9.3%	-10.4%	-11.6%	-12.7%	-13.9%
Industria	-0.4%	-0.8%	-1.3%	-1.7%	-2.1%	-2.5%	-2.9%	-3.3%	-3.8%	-4.2%	-4.6%	-5.0%

Fuente:

Elaboración propia con datos de México, Gobierno de la República. (2015) Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030.

Si se aplica el porcentaje calculado de desviación a la línea base de las instalaciones participantes mostrada en la Tabla 10, se obtienen las emisiones en el escenario de mitigación para el periodo de la vigencia de la presente regulación (Tabla 11), que equivale a la variable **PE_y** de la ecuación 2.

Tabla 11. Escenario de mitigación de las instalaciones participantes del SCE

	Escenario de mitigación de las instalaciones participantes (MtCO ₂)		
	2020	2021	2022
Generación Eléctrica	134.4	137.7	140.5
Petróleo y Gas	47.4	47.5	47.6
Industria	78.7	80.7	82.8

Fuente:

Elaboración propia con datos de México, Gobierno de la República. (2015) Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030.

El último paso para estimar la mitigación, es restar las emisiones esperadas en el escenario de la línea base y el escenario de mitigación utilizando la ecuación 2, la Tabla 12 muestra los resultados.

Tabla 11. Mitigación esperada por año de las instalaciones participantes del SCE

	Mitigación esperada de las instalaciones participantes (tCO ₂)		
	2020	2021	2022
Generación Eléctrica	7,372,127.6	11,645,899.5	16,311,476.7
Petróleo y Gas	1,123,065.9	1,709,251.6	2,311,872.3
Industria	661,261.6	1,022,045.9	1,402,932.6
Mitigación anual	9,156,455.1	14,377,197.0	20,026,281.7

Fuentes:

SEMARNAT. (2018) Registro Nacional de Emisiones.

México, Gobierno de la República. (2015) Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030.

Los datos de mitigación anual de la tabla anterior, equivalen a las variable M_{2020} , M_{2021} y M_{2022} de la ecuación 1.

Con base en la información señalada en la Tabla 11, y el dato del valor de la mortalidad por tonelada de CO₂ emitida, se puede utilizar la ecuación 1, para obtener los siguientes resultados

Tabla 12. Costos en salud evitados

Mitigación esperada en 2020 (tCO ₂)	9,156,455
Mitigación esperada en 2021 (tCO ₂)	14,377,197
Mitigación esperada en 2022 (tCO ₂)	20,026,282
Mitigación esperada 2020-2022 (tCO₂)	43,559,934
Mortalidad PM2.5 (US\$/tCO ₂)	\$52.00
Tipo de cambio FIX (\$MXN/\$USD)	\$18.9234
Reducción de costos totales en salud evitados (\$)	\$42,863,706,684.72

Fuente:

Elaboración propia con datos de:

SEMARNAT. (2018) Registro Nacional de Emisiones.

México, Gobierno de la República. (2015) Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030.

The Grantham Institute. (2017) Multiple benefits from climate change mitigation: assessing the evidence.

Banco de México (2018) página web consultada el 31 de julio de 2018: <http://www.banxico.org.mx/portal-mercado-cambiario/>

BANXICO. Tipo de cambio FIX: Disponible en: <http://www.banxico.org.mx/> (consultado el 08 de octubre de 2018)

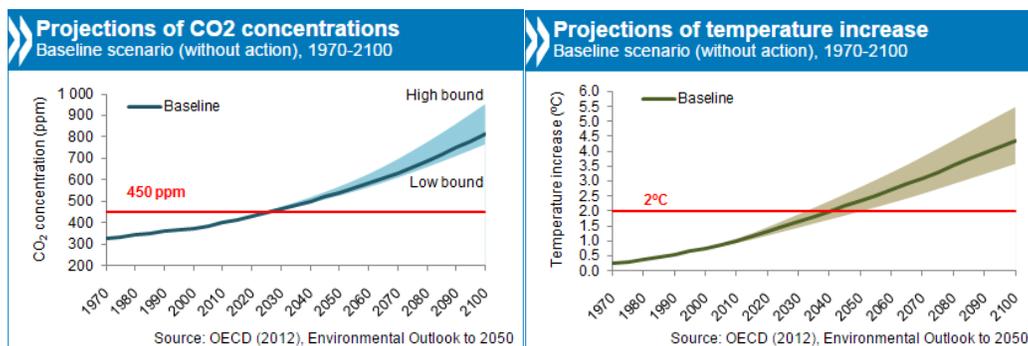
En conclusión, el beneficio de la implementación de las presentes bases, al contribuir con la disminución la exposición a contaminantes y por ende en la mejora de la calidad del aire, se reflejaría en beneficios para la salud humana estimados en **\$42,863,706,684.72** pesos.

Beneficios al medioambiente

El costo de la inacción

Las emisiones de CO₂ están aumentando paulatinamente, lo que aumenta la temperatura global promedio. Esto tendrá un impacto en el medio ambiente, la salud humana y tendrá costos económicos.

Proyecciones de concentración de CO₂ (izq.) y del incremento de la temperatura (der.), 1970-2100



Fuente:

OECD, 2012. (<http://www.oecd.org/environment/climate-change-consequences-of-inaction.htm>)

El escenario de referencia o línea base mostrado en el gráfico anterior (izquierda), contempla la situación futura sin políticas más ambiciosas que las vigentes en la actualidad ("business-as-usual"). El nivel de concentración de 450 ppm es el objetivo establecido en la Conferencia de CMNUCC de 2010 en Cancún para limitar el aumento de temperatura a 2 ° C.

De acuerdo a la OECD, algunas regiones se verán más afectadas que otras, aunque la gravedad de estos impactos dependerá de cuánto se actúe para mitigar las consecuencias.

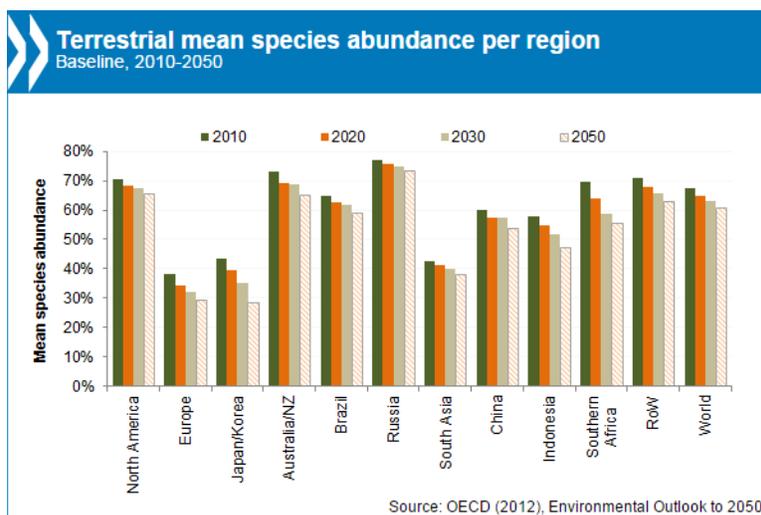
A medida que el aumento de la temperatura derrite los casquetes polares, los niveles del mar aumentarán. Sin medidas de adaptación, las ciudades costeras experimentarán efectos importantes para 2070, con USD 35,000 millones de dólares en activos urbanos en peligro, más de 10 veces los niveles actuales.

Los cambios de temperatura también afectarán los patrones de precipitación de manera desigual, lo que hará que muchas áreas secas se vuelvan más secas y las húmedas se vuelvan más húmedas.

En general, se espera que aumente la cantidad de eventos catastróficos. Esto se aplica tanto a los desastres naturales como a los desastres causados por el hombre.

El aumento de las temperaturas, la variación de las precipitaciones y la mayor frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos amenazarán los rendimientos de los cultivos, además de que amenazarán la biodiversidad, ya que los hábitats y las vidas se ponen en peligro. En el siguiente gráfico, se puede observar que, para todas las regiones, disminuye la abundancia de especies en un horizonte hacia 2050, en un escenario sin medidas de mitigación.

Abundancia de las principales especies terrestres por región (2010-2050)



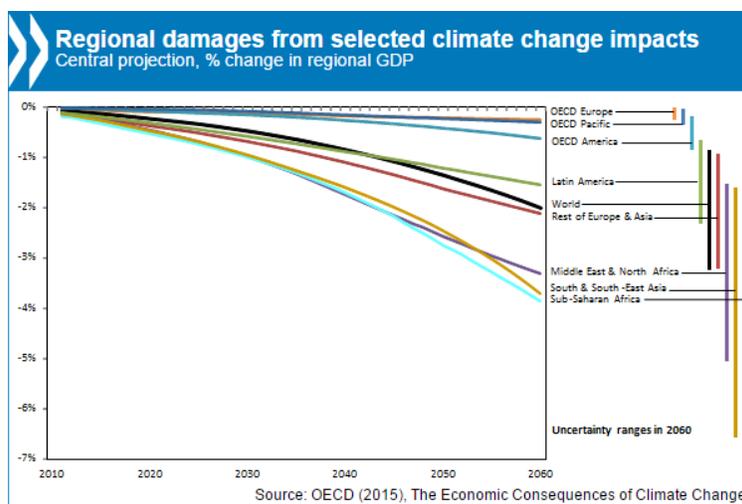
Fuente:

OECD, 2012. (<http://www.oecd.org/environment/climate-change-consequences-of-inaction.htm>)

Cabe destacar que las vidas humanas también se verán afectadas. Las muertes prematuras por exposición a partículas en el aire aumentarán considerablemente.

Si bien el costo de no actuar varía según la región, las consecuencias del clima serán negativas en todas partes, como se puede ver en el siguiente gráfico que muestra una proyección a 2060 en términos del producto interno bruto (GDP por sus siglas en inglés).

Daños regionales derivados de algunos impactos del cambio climático. Cambio porcentual en producto interno bruto regional

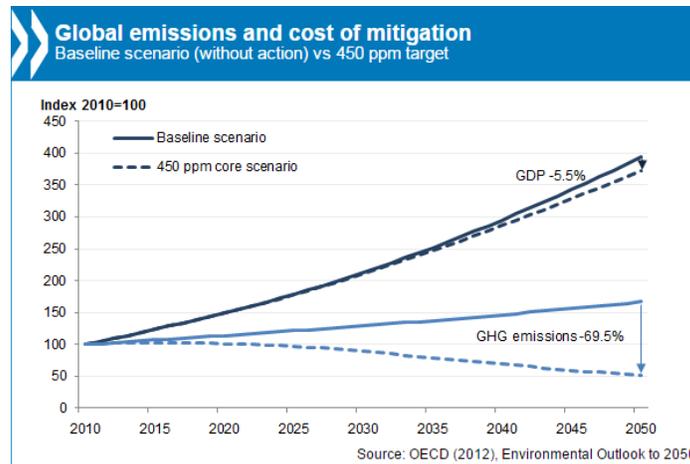


Fuente:

OECD, 2012. (<http://www.oecd.org/environment/climate-change-consequences-of-inaction.htm>)

La implementación de medidas de mitigación del cambio climático nos ayudará a evitar grandes costos como país y también globalmente. Las medidas de mitigación suficientes para un escenario de 2 grados solo afectarían ligeramente el crecimiento económico futuro.

Emisiones globales y costos de mitigación Escenario de línea base sin acciones de mitigación Vs meta de 450 ppm



Fuente:

OECD, 2012. (<http://www.oecd.org/environment/climate-change-consequences-of-inaction.htm>)

De acuerdo a Galindo y Caballero (2016), se estima que los costos de la inacción implican perder entre el 5 y el 13% del PIB, mientras que los costos de mitigación llegan a sólo 1% del PIB, aunque con un rango de variación de entre -2 y 5% del PIB.

La valuación de los costos y beneficios totales del cambio climático en México se sintetiza en el siguiente cuadro donde se hace además una separación entre los costos de mercado y aquellos que no pasan por el mercado. Los costos totales del cambio climático alcanzan al 2100, con una tasa de descuento del 4%, alrededor del 6.2% del PIB y llegan al 30% del PIB con una tasa del 0.5%. Cabe resaltar, que estos costos no incluyen impactos adicionales estimados tales como actividades pecuarias y eventos extremos, ni los costos asociados a la biodiversidad y a las vidas humanas, por la ausencia de un mercado. Desde luego, estos costos deben de tomarse con precaución, ya que suponen que no existen procesos ni costos de ajuste y adaptación.

Costos totales del Cambio Climático para la Economía Mexicana al 2100

Sector	2100											
	Tasa de descuento 0.5%				Tasa de descuento 2%				Tasa de descuento 4%			
	B1	A1B	A2	Promedio de los escenarios	B1	A1B	A2	Promedio de los escenarios	B1	A1B	A2	Promedio de los escenarios
Agrícola	7.54%	11.15%	11.05%	9.91%	3.34%	4.83%	4.63%	4.26%	1.35%	1.91%	1.74%	1.67%
Agua	18.85%	18.85%	18.85%	18.85%	9.41%	9.41%	9.41%	9.41%	4.50%	4.50%	4.50%	4.50%
Uso de suelo	-0.41%	-0.28%	-0.15%	-0.28%	0.12%	-0.08%	-0.04%	-0.08%	0.02%	-0.02%	-0.01%	-0.02%
Biodiversidad	0.18%	0.67%	0.71%	0.52%	0.06%	0.22%	0.24%	0.17%	0.02%	0.05%	0.06%	0.04%
Turismo internacional	0.09%	0.19%	0.18%	0.16%	0.04%	0.08%	0.07%	0.06%	0.02%	0.03%	0.03%	0.02%
TOTAL	26.24%	30.58%	30.64%	29.16%	12.73%	14.46%	14.30%	13.83%	5.86%	6.48%	6.32%	6.22%
Pecuario	3.76%	5.27%	5.18%	4.73%	1.68%	2.32%	2.21%	2.07%	0.69%	0.94%	0.86%	0.83%
Biodiversidad-Indirecto	3.63%	8.53%	7.58%	6.58%	1.35%	3.04%	2.63%	2.34%	0.42%	0.80%	0.69%	0.63%
TOTAL (incluyendo pecuario y biodiversidad indirecto)	33.63%	44.38%	43.40%	40.47%	15.76%	19.82%	19.14%	18.24%	6.96%	8.21%	7.86%	7.68%

Fuente:

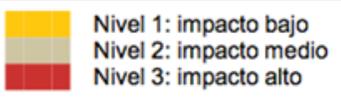
Gaceta de Economía Año 16, Número Especial, Tomo I La economía del Cambio Climático en México: algunas reflexiones Luis Miguel Galindo y Karina Caballero. Disponible en:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/113391/2011_La_economia_del_cambio_climatico.pdf

De acuerdo al Programa Especial de Cambio Climático (SEMARNAT, 2014), México tiene características geográficas que lo colocan como uno de los países más vulnerables a los efectos del cambio climático. Su localización entre dos océanos, y su latitud y relieves, lo hacen estar particularmente expuesto a diferentes fenómenos hidrometeorológicos.

Las evaluaciones de vulnerabilidad de diversos sectores bajo escenarios de cambio climático, han sido desarrolladas durante las dos últimas décadas en México, y se han ido perfeccionando a la par de los escenarios de cambio climático, contando con mejor información para la toma de decisiones. El cuadro que se presenta a continuación, es un resumen de los resultados de investigaciones sobre el impacto del cambio climático en sectores prioritarios para México.

Cuadro 1. Impactos del cambio climático en sectores prioritarios para México

Sistemas y Sectores	Escenario	Nivel de Confianza
	Aumento en temperatura entre +2.5° C a 4.5° C; y disminución en la precipitación entre -5 y 10% ¹¹	
Impactos proyectados		
Agricultura	Disminución de la productividad del maíz para la década de 2050, lo que se aúna al problema actual del 25% de las unidades de producción con pérdida en la fertilidad de suelos. Existe cierta evidencia de que la mayoría de los cultivos resultarán menos adecuados para la producción en México hacia 2030, empeorando esta situación para finales del presente siglo.	*
Hídrico	La mayor parte del país se volverá más seca y las sequías más frecuentes, con el consecuente aumento de demanda de agua particularmente en el norte del país y en zonas urbanas.	**
	Por otro lado, habrá regiones donde la precipitación podría ser más intensa y frecuente incrementando el riesgo de inundaciones para alrededor de 2 millones de personas que actualmente se encuentran en situación de moderada a alta vulnerabilidad, ante las inundaciones, y quienes residen en localidades menores a 5,000 habitantes, ubicadas principalmente en la parte baja de las cuencas, sumado al riesgo de deslizamientos de laderas por lluvia.	***
Costero	El aumento del nivel del mar constituye un peligro para los sectores residencial y de infraestructura asentados en zonas costeras. Por otro lado, los sectores hídrico y agrícola podrían verse afectados por efecto de la intrusión salina.	**
Tormentas y clima severo	Hay consenso sobre la intensidad de los ciclones en el Noroeste del Pacífico y en el Atlántico Norte. Sin embargo, las incertidumbres en cuanto a los cambios y la intensidad complican estimar sus impactos para el país, se prevé que a mayor número e intensidad de tormentas, los impactos podrían tener mayores consecuencias sociales y económicas importantes.	**
Ecosistemas y biodiversidad	En ecosistemas terrestres un ejemplo es la posible reducción del área cubierta de bosques de coníferas, especies de zonas áridas, semiáridas y especies forestales de zonas templadas. En el caso de los océanos, un aumento en la temperatura puede ocasionar un colapso demográfico en las poblaciones marinas, ocasionando baja productividad para las pesquerías. Para el caso de mamíferos terrestres y voladores se proyecta al 2050, una reducción de cerca de la mitad de las especies estudiadas perdiendo más del 80% de su rango de distribución histórica.	**
Infraestructura estratégica	Es importante fortalecer la investigación sobre el impacto del cambio climático en infraestructura turística, portuaria, de energía, comunicaciones y transportes, la cual puede verse afectada por el aumento en número e intensidad de ciclones tropicales y mareas de tormenta más intensas.	
<p>Simbología por grado de impacto. Es una medida subjetiva basada en el juicio experto que considera la magnitud del impacto proyectado, la vulnerabilidad y la capacidad para hacerle frente.</p> <div style="text-align: center;">  <p>Nivel 1: impacto bajo Nivel 2: impacto medio Nivel 3: impacto alto</p> </div> <p>Nivel de confianza. Se le dio una clasificación de una a cinco estrellas, siendo cinco el nivel de mayor confiabilidad. También es una medida subjetiva basada en el juicio de expertos. Se considera que los trabajos arbitrados más actuales tienen un nivel de confianza mayor. Los factores que se consideran son el acuerdo entre los modelos climáticos, la calidad de datos e información utilizada para la investigación y el consenso entre los estudios sólidos disponibles para esta región.</p>		

Fuente:

SEMARNAT. Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018.

Así mismo, la Estrategia Nacional de Cambio Climático⁸ señala que los impactos económicos provocados por los fenómenos hidrometeorológicos extremos "han pasado de un promedio anual de 730 millones de pesos en el periodo de 1980 a 1999 a 21,950 millones para el periodo 2000-2012".

Por los costos de la inacción anteriormente expuestos, tanto a nivel mundial como en México, en donde los fenómenos hidrometeorológicos van en aumento, y con ello la vulnerabilidad de la población, y lo que representa en términos de producto interno bruto, se requiere implementar en

⁸ SEMARNAT. Estrategia Nacional de Cambio Climático, 2013. Disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/06_otras/ENCC.pdf

el corto plazo, medidas que garanticen la reducción de emisiones de CO₂, siendo la implementación de un Sistema de Comercio de Emisiones, una medida probada en diversas regiones del planeta.

Mientras que el objetivo principal del comercio de emisiones es reducir las emisiones, un SCE bien diseñado puede también generar sustanciales co-beneficios ambientales, económicos y sociales. Entre ellos sobresalen una mejor calidad del aire, eficiencia de recursos, seguridad energética y creación de empleos.

10.- Justifique que los beneficios de la regulación son superiores a sus costos.

Si bien la implementación del Sistema de Comercio de Emisiones tiene costos asociados a su implementación, los beneficios son claramente mayores.

Dado que existe una correlación positiva entre el aumento en la mortalidad de la población y el incremento de las emisiones de CO₂ y por ende de la exposición a partículas PM2.5, se esperaría que al reducir la emisión de CO₂, habría una mejora en la calidad del aire y, por tanto, en la disminución de la mortalidad de la población atribuible a la exposición a las partículas PM2.5.

En conclusión, la implementación del SCE represente la obtención de beneficios en salud mayores que los costos de implementación.

Tabla 18. Diferencial beneficio-costo

Beneficios (\$)	\$42,863,706,684.72
Costos (\$)	\$47,103,997.83
Diferencial (\$)	\$42,816,602,686.89

Por lo que se puede concluir que los beneficios son 910 veces mayores que los costos de implementación.