



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ÁREA ACADÉMICA CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

LICENCIATURA EN GESTIÓN DE NEGOCIOS
AGROPECUARIOS

TESIS

**“Instrumentos de mitigación climática: análisis del
mercado de bonos de carbono en México frente a
potencias internacionales”**

Para obtener el grado de
Licenciada en Gestión de negocios
agropecuarios

PRESENTA

Abigail Mociños González

Director (a)

Mtra. Ana Lieseld Guzman Elizalde

Codirector (a)

Codirector: Dr. Asael Islas Moreno

Revisor: Ing. Diego Galindo Herrera

Tulancingo de bravo, febrero 2026



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Instituto de Ciencias Agropecuarias
Institute of Agricultural Sciences
Área Académica de Ciencias Agrícolas y Forestales
Academic Area of Agricultural and Forestry Sciences

Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Hgo., a 22 de mayo de 2026

Asunto: Autorización de impresión

MTRA. OJUKY DEL ROCÍO ISLAS MALDONADO
DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR DE LA UAEH

Por este conducto y con fundamento en el Título Cuarto, Capítulo I, Artículo 40 del Reglamento de Titulación, le comunico que el jurado que le fue asignado al pasante de Licenciatura en Gestión de Negocios Agropecuarios, **ABIGAIL MOCIÑOS GONZALEZ**, quien presenta el trabajo de Tesis denominado **"Instrumentos de mitigación climática: análisis del mercado de bonos de carbono en México frente a potencias internacionales"**, que después de revisarlo en reunión de comité de tesis, ha decidido autorizar la impresión de este, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación, se anotan las firmas de conformidad de los miembros del comité de tesis:

DIRECTOR	MTRA. ANA LIESELD GUZMAN ELIZALDE
CODIRECTOR	DR. ASael ISLAS MORENO
ASESOR	ING. DIEGO GALINDO HERRERA
ASESOR	DRA. JUANA JUAREZ MUÑOZ

Sin otro particular por el momento, me despido de usted.

Atentamente
"Amor, Orden y Progreso"

Dr. Asael Islas Moreno
Coordinador de la Licenciatura en
Gestión de Negocios Agropecuarios.

"Amor, Orden y Progreso"



Av. Universidad No. 133, Col. San Miguel Huatengo, Santiago
Tulantepec. C.P. 43775. Hidalgo, Mexico.
Teléfono: 7717172000 Ext. 42073
profe_5566@uaeh.edu.mx

uaeh.edu.mx

Agradecimientos

A mis padres Adriana y Alejandro, quienes con su ejemplo de esfuerzo y dedicación me enseñaron que la constancia abre caminos y que la esperanza sostiene los sueños. Gracias por su amor incondicional, por su paciencia en los momentos de incertidumbre y por ser el faro que iluminó mi andar académico y personal. Cada logro alcanzado en este trabajo refleja su sacrificio silencioso y su fe en mí, pues sin su guía y apoyo este proyecto no habría sido posible. Este resultado es también suyo, porque en cada página se encuentra la huella de sus enseñanzas y el reflejo de la fortaleza que me transmitieron.

A mis hermanas (Alo y Ale) y familia, cuyo apoyo incondicional ha sido el fundamento de este logro. Su ejemplo de esfuerzo, disciplina y amor me ha guiado en cada etapa de este proceso. Este trabajo es también reflejo de su confianza y de los valores que me han transmitido, los cuales han sido esenciales para alcanzar esta meta.

A quienes ya no están presentes, pero permanecen en mi memoria y corazón, dedico con gratitud este esfuerzo. Su recuerdo ha sido fuente de inspiración y fortaleza en los momentos más desafiantes.

A mi directora de tesis, Mtra. Ana Lieseld por su paciencia, compromiso y orientación constante. Su acompañamiento académico y humano permitió que este proyecto se consolidara con rigor y coherencia, aportando claridad en el camino de la investigación.

Finalmente agradezco a cada persona, amigos y compañeros de trabajo que a lo largo de este trayecto me brindaron su apoyo.

Con todo mi amor y dedicación para Sofi.

Índice

Resumen	6
Abstract	6
Introducción.....	7
Capítulo I. Metodología	8
1.1 Planteamiento del problema.....	8
1.2 Objetivo general	8
1.3 Objetivos específicos	9
1.4 Justificación	9
Capítulo II. Marco teórico	10
2.1 El cambio climático	10
2.2 El efecto invernadero	12
2.3 Protocolo de Kioto	14
2.4 Acuerdo de París	15
2.5 El cambio climático en México	15
Capítulo III. Regulaciones en México a lo largo del tiempo	16
3.1 Mercado voluntario en México	16
3.2 Programa de prueba del sistema de comercio de emisiones	17
3.3 Suma y más	18
3.4 Programa sembrando vidas.....	20
3.5 Ley general del cambio climático en México 2012	21
Capítulo IV. CONTRIBUCIONES DETERMINADAS A NIVEL NACIONAL (NDC).....	23
4.1 La NDC 3.0 de México.....	24
Figura 1.2 NDC 3.0	25
4.2 NDC UNIÓN EUROPEA	26
4.3 La Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Estados Unidos	27
4.4 La Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de China	29
Capítulo V. Comparación académica de los mercados de bonos de carbono: México, China, Estados Unidos y la Unión Europea.....	32
5.1 Unión Europea: el modelo más consolidado y regulado.....	32
5.2 Estados Unidos: liderazgo tecnológico con inestabilidad política.....	33
5.3 China: expansión acelerada con fuerte intervención estatal	34
5.4 México: avances normativos con limitaciones estructurales	35

Capitulo VI. Hipótesis.....	39
Capitulo VII. Resultados y discusión	40
LITERATURA CITADA	46
INDICE DE ILUSTRACIÓN	50
INDICE DE TABLAS.....	50

Resumen

La presente investigación tiene como propósito analizar y documentar el uso de los bonos de carbono en México, estableciendo una comparación con la experiencia y prácticas implementadas en países extranjeros que cuentan con mayor trayectoria como mitigadores de dióxido de carbono (CO₂). Se busca examinar no sólo la situación actual del mercado de carbono en el contexto nacional, sino también las políticas, mecanismos y marcos regulatorios que lo sustentan, así como sus principales oportunidades y limitaciones. A través de esta comparación, se pretende identificar las brechas existentes entre México y otras naciones que han logrado consolidar sistemas más eficientes y transparentes para la gestión de estos instrumentos, con el fin de proponer recomendaciones que fortalezcan su adopción y eficacia como herramienta de mitigación del cambio climático.

Palabras clave

Bonos de carbono, dióxido de carbono, mitigación, cambio climático.

Abstract

This research aims to analyze and document the use of carbon credits in Mexico, comparing it with the experience and practices implemented in countries with a longer track record in mitigating carbon dioxide (CO₂) emissions. It seeks to examine not only the current state of the carbon market in the national context, but also the policies, mechanisms, and regulatory frameworks that underpin it, as well as its main opportunities and limitations. Through this comparison, the research intends to identify the gaps between Mexico and other nations that have successfully established more efficient and transparent systems for managing these instruments, in order to propose recommendations that strengthen their adoption and effectiveness as a climate change mitigation tool.

Key words

carbon credits, carbon dioxide, mitigation, climate change.

Introducción

El cambio climático constituye uno de los desafíos más urgentes de la actualidad, lo que ha impulsado la creación de instrumentos orientados a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Entre ellos, los bonos de carbono han adquirido un papel relevante al ofrecer incentivos económicos que promueven la disminución del dióxido de carbono (CO₂) y la adopción de prácticas productivas sostenibles. En México, el mercado de carbono se encuentra en una fase de desarrollo y consolidación, enfrentando obstáculos regulatorios e institucionales que limitan su alcance. No obstante, la experiencia de países con mayor trayectoria en la implementación de estos mecanismos brinda la oportunidad de identificar aprendizajes y adaptar buenas prácticas al contexto nacional.

La presente investigación se propone analizar el uso de los bonos de carbono en México y establecer una comparación con los sistemas implementados en otras naciones que han logrado consolidar mercados más eficientes y transparentes. El estudio busca reconocer las oportunidades y limitaciones del marco mexicano, así como las diferencias respecto a experiencias internacionales. El objetivo central es formular recomendaciones que fortalezcan la adopción y efectividad de los bonos de carbono, consolidándose como un instrumento estratégico dentro de la política climática nacional y como una contribución significativa a los esfuerzos globales de mitigación del cambio climático.

Capítulo I. Metodología

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad el cambio climático generado por los gases de efecto invernadero (GEI) se ha convertido en uno de los desafíos más urgentes y complejos de nuestro tiempo, generando preocupación entre los gobiernos de México y el mundo, debido a la dependencia que hay directamente con el ambiente, ya que es este nuestro generador de bienestar social, emocional y económico. (Universidad Nacional del Altiplano & Paricahua Choque, 2021)

En los últimos 50 años en México la variación del clima por el desarrollo industrial, pérdida de bosques, selvas, entre otros factores ha llevado al incremento de temperatura de la superficie generando un alto riesgo para cualquier forma de vida. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2016)

Según la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2016), México ha experimentado múltiples señales del cambio climático en diversos estados del país, entre los fenómenos más preocupantes se encuentran el aumento extremo de temperaturas, la desertificación, la pérdida de cobertura forestal, el incremento de lluvias intensas y la desaparición de glaciares. Estos impactos han generado una creciente inquietud entre la población.

En respuesta desde 2012, México se convirtió en el primer país en desarrollo en promulgar una Ley General de Cambio Climático, marcando un hito en su compromiso con la mitigación ambiental (SEMARNAT, 2016). Sin embargo, a pesar del creciente interés global por mecanismos como los bonos de carbono, en el país persiste un amplio desconocimiento sobre sus beneficios, funcionamiento y aplicación práctica. Esta falta de información ha creado un vacío que limita la participación de diversos sectores en el mercado de carbono.

1.2 Objetivo general

Comparar el proceso de aplicación y regularización en bonos de carbono de México con potencias mundiales como EUA, Unión europea y China a través de la revisión de publicaciones científicas y gubernamentales, para difundir entre el sector privado mexicano la aplicación, el proceso y beneficios de ser parte del mercado de los bonos de carbono.

1.3 Objetivos específicos

- Identificar los beneficios y oportunidades que se han generado en las potencias mundiales al participar en la emisión de bonos de carbono. (casos de éxito)
- Analizar si existen diferencias significativas en la aplicación y regularización de bonos de carbono entre potencias mundiales.
- Identificar cuáles son las deficiencias en México que impiden ser parte activa del mercado de bonos de carbono.

1.4 Justificación

El cambio climático es uno de los mayores desafíos ambientales, sociales y económicos del siglo XXI, tanto a nivel mundial como nacional. Sus efectos se reflejan en el aumento de la temperatura promedio del planeta, la alteración de los patrones de precipitación, el incremento del nivel del mar y la frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos como huracanes, sequías e incendios forestales. Estas consecuencias ponen en riesgo la estabilidad de los ecosistemas, la disponibilidad de recursos naturales y el bienestar de las poblaciones humanas (IPCC, 2023).

A escala global, la industrialización acelerada, la deforestación y la quema de combustibles fósiles han elevado considerablemente las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), alterando el equilibrio climático del planeta. Este fenómeno amenaza la seguridad alimentaria, hídrica y energética, lo que ha impulsado la creación de acuerdos internacionales, cuyo objetivo es limitar el aumento de la temperatura global por debajo de 1.5 °C respecto a los niveles preindustriales (ONU, 2015).

En el caso de México, la vulnerabilidad frente al cambio climático es alta debido a su ubicación geográfica, su diversidad de ecosistemas y la dependencia de las comunidades rurales de los recursos naturales. El país enfrenta sequías más prolongadas, pérdida de suelos agrícolas, degradación de ecosistemas forestales y un aumento en la intensidad de ciclones tropicales, lo que afecta especialmente a las regiones costeras y a las poblaciones en situación de pobreza (INECC, 2022; SEMARNAT, 2021).

Por ello, es fundamental justificar la implementación de políticas públicas, programas de mitigación y estrategias de adaptación que reduzcan las emisiones y fortalezcan la resiliencia de los ecosistemas y las comunidades. México ha dado pasos importantes mediante la Ley General de Cambio Climático (2012) y la actualización de sus compromisos internacionales de reducción de emisiones

dentro de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (Gobierno de México, 2022).

Atender el cambio climático no solo representa una prioridad ambiental, sino también una condición esencial para garantizar el desarrollo sostenible, la equidad social y la preservación de la vida en el planeta.

Capítulo II. Marco teórico

2.1 El cambio climático

La acumulación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera ha dejado de ser una externalidad ambiental abstracta para convertirse en un riesgo financiero y operativo tangible que requiere instrumentos de mercado sofisticados para su gestión. Dicha crisis ambiental se ha consolidado como uno de los desafíos más apremiantes para la estabilidad económica y ecológica global, obligando a las naciones a replantear sus modelos de desarrollo bajo paradigmas de sostenibilidad y responsabilidad ambiental compartida.

La teoría económica ambiental moderna postula que, para corregir las fallas de mercado que permiten la contaminación gratuita, es imperativo asignar un precio a las emisiones de carbono, internalizando así los costos sociales y ambientales derivados del cambio climático. Este enfoque ha dado lugar a la proliferación de mecanismos de fijación de precios al carbono, entre los cuales destacan los Sistemas de Comercio de Emisiones (SCE) y los mercados voluntarios de bonos de carbono, instrumentos que buscan equilibrar la eficiencia económica con la integridad ambiental.

A nivel global, la transición desde los mecanismos flexibles del Protocolo de Kioto hacia los nuevos enfoques cooperativos del Artículo 6 del Acuerdo de París ha marcado una evolución significativa en la arquitectura de los mercados de carbono. Mientras que los esquemas anteriores se centraban en la compensación entre países desarrollados y en desarrollo bajo una lógica estricta de cumplimiento, el nuevo panorama internacional, vigente plenamente en la década de 2020, promueve una integración más dinámica donde los compromisos de descarbonización, conocidos como Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC), son universales. Según el Banco Mundial (2024), en su informe sobre el estado y las tendencias de los precios del carbono, la cobertura global de las emisiones bajo algún tipo de precio al carbono ha aumentado, aunque los niveles de precios siguen siendo insuficientes en muchas jurisdicciones para alinearse con los objetivos de temperatura del Acuerdo de París. Esta brecha subraya la

necesidad crítica de fortalecer la integridad de los mercados y asegurar que los créditos generados representan reducciones reales, adicionales y permanentes.

La dinámica de estos mercados se divide fundamentalmente en dos vertientes que operan de manera paralela pero interconectada: los mercados de cumplimiento regulado y los mercados voluntarios. En los mercados de cumplimiento, como el Sistema de Comercio de Emisiones de la Unión Europea (EU ETS) o el esquema piloto de China, los gobiernos establecen un límite máximo de emisiones (cap) y otorgan derechos de emisión que las empresas pueden comercializar, incentivando la reducción al menor costo posible. Por otro lado, el mercado voluntario permite a corporaciones y actores no estatales compensar su huella de carbono mediante la adquisición de créditos provenientes de proyectos de mitigación, como la reforestación o la energía renovable. Investigaciones recientes de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD, 2024) señalan que, si bien los mercados de carbono ofrecen una vía de financiamiento crucial para los países en desarrollo, su estructura actual a menudo presenta asimetrías que limitan los beneficios para las comunidades locales y los países anfitriones de los proyectos, planteando interrogantes sobre la equidad y la distribución de los ingresos generados por la venta de estos activos ambientales.

En el caso específico de México, la implementación de instrumentos de mercado para la mitigación climática ha seguido una trayectoria compleja, caracterizada por avances legislativos significativos y desafíos operativos persistentes. La Ley General de Cambio Climático estableció las bases para el Sistema de Comercio de Emisiones (SCE), el cual inició una fase de prueba para familiarizar a los sectores industriales con la dinámica del tope y comercio. Sin embargo, reportes recientes indican que la transición hacia la fase operativa completa ha enfrentado retrasos regulatorios y técnicos. De acuerdo con Serrano y García de León (2024), existe una incertidumbre regulatoria que ha postergado la plena entrada en vigor del mercado obligatorio, lo que a su vez frena la inversión en tecnologías limpias y limita la capacidad del país para cumplir con sus metas internacionales. Esta situación contrasta con la madurez de los mercados en jurisdicciones como la Unión Europea, donde la señal de precio del carbono es un determinante claro en las decisiones de inversión a largo plazo.

El mercado voluntario en México, por su parte, ha mostrado un dinamismo particular, impulsado por la demanda corporativa de créditos de alta calidad, especialmente aquellos basados en soluciones naturales como la conservación forestal. Un estudio reciente de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (SEMARNAT & INECC, 2024) revela una concentración geográfica y sectorial de los proyectos, con una predominancia de iniciativas forestales en estados del sur del país. No obstante, el mismo documento advierte sobre la necesidad de fortalecer la gobernanza y la

transparencia para evitar prácticas de doble contabilidad y asegurar que los proyectos respeten las salvaguardas sociales y ambientales.

La falta de un marco estandarizado y la dispersión de la información han generado un desconocimiento generalizado en el sector privado nacional sobre cómo acceder y participar efectivamente en estos mecanismos, desaprovechando oportunidades económicas y ambientales.

La comparación entre la experiencia mexicana y la de las grandes potencias económicas evidencia brechas estructurales no solo en la implementación técnica, sino en la cultura corporativa y política respecto al carbono. Mientras que en regiones como Europa y partes de Norteamérica el precio al carbono es un componente integral de la planificación financiera y estratégica, en México aún se percibe en muchos sectores como un cumplimiento administrativo o una acción de responsabilidad social corporativa periférica. Lara Ramírez y Li Ng (2024), en su análisis para BBVA Research, destacan que a pesar de que las emisiones de México han mostrado fluctuaciones relacionadas con la actividad económica, la desvinculación absoluta entre crecimiento del PIB y emisiones de GEI sigue siendo una meta lejana sin políticas de precios más agresivas y eficientes. Esto sugiere que el mero establecimiento de un mercado no es suficiente; se requiere un ecosistema institucional robusto que ofrezca certidumbre jurídica, liquidez de mercado y capacidades técnicas instaladas en los actores participantes.

La relevancia teórica de abordar estos desajustes radica en comprender cómo las instituciones y las reglas del juego influyen en la eficacia de los instrumentos económicos ambientales. La literatura académica reciente sugiere que el éxito de los bonos de carbono no depende únicamente de la oferta y la demanda, sino de la calidad institucional que respalda la validez de cada tonelada de CO₂ reducida. En este sentido, EOS Data Analytics (2024) enfatiza que la credibilidad es el activo más valioso en el mercado actual; los proyectos que no pueden demostrar adicionalidad y permanencia corren el riesgo de ser catalogados como "greenwashing", lo que socava la confianza en el mecanismo en su conjunto. Para México, esto implica que el desarrollo de su mercado nacional debe ir acompañado de sistemas de monitoreo, reporte y verificación (MRV) de clase mundial, homologados con los estándares internacionales más rigurosos para garantizar la fungibilidad y el reconocimiento de sus reducciones de emisiones en el escenario global.

2.2 El efecto invernadero

El efecto invernadero es un fenómeno natural que permite mantener la temperatura adecuada para la vida en la Tierra. Sin este proceso, la temperatura promedio del planeta sería cercana a -18 °C, lo que haría imposible el desarrollo de los ecosistemas tal y como los conocemos. Los gases de efecto invernadero (GEI), como el vapor de agua, el dióxido

de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O) y el ozono (O_3), cumplen la función de retener parte de la radiación infrarroja emitida por la superficie terrestre, evitando que el calor escape completamente al espacio.

Sin embargo, según el instituto de ecología y cambio climático (2018), desde la Revolución Industrial, las actividades humanas han alterado este equilibrio natural. La quema de combustibles fósiles, la deforestación y ciertos procesos industriales han incrementado de manera significativa la concentración de GEI en la atmósfera. Aunque estos gases representan menos del 0.1 % de la composición atmosférica, su acumulación tiene un impacto decisivo en el sistema climático, intensificando el calentamiento global y modificando los patrones meteorológicos. (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático [INECC], 2018)

La pérdida de bosques y selvas es especialmente crítica, ya que la vegetación actúa como un sumidero natural de CO_2 . Al desaparecer, no solo se libera carbono almacenado, sino que también se reduce la capacidad de absorción de este gas, agravando el problema. Además, existen otros compuestos como los contaminantes climáticos de vida corta (metano, carbono negro y ozono troposférico) que, aunque permanecen menos tiempo en la atmósfera, tienen un efecto inmediato y potente en el calentamiento global.

El Efecto Invernadero

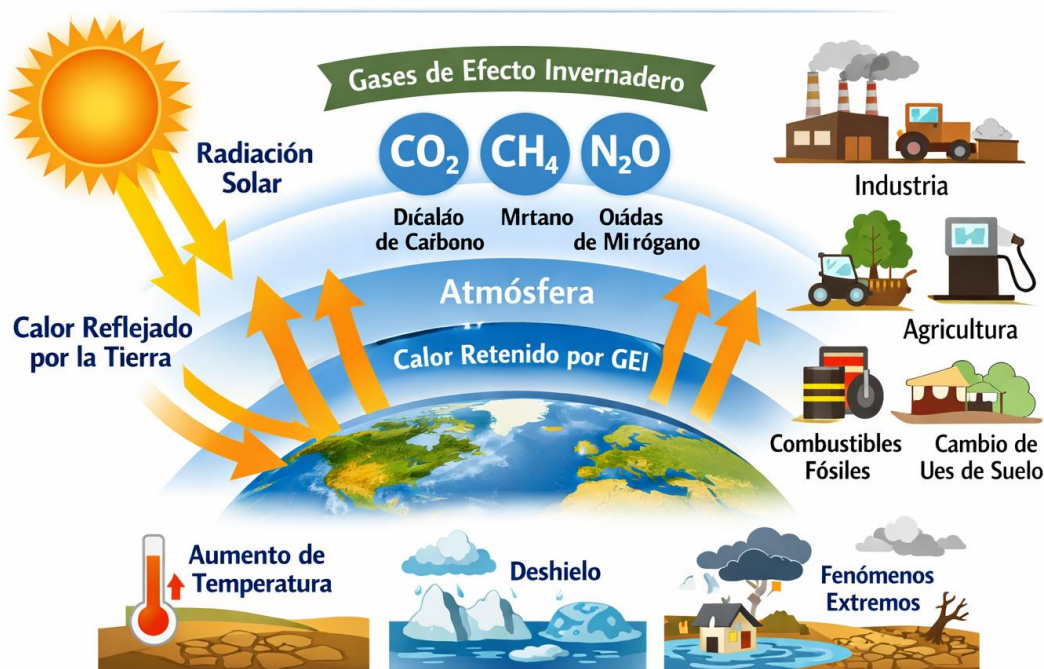


Ilustración 1 El efecto invernadero

Fuente: Elaboración propia basada en (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático [INECC], 2018).

2.3 Protocolo de Kioto

Adoptado en 1997 y en vigor desde 2005, fue uno de los primeros acuerdos internacionales que estableció compromisos jurídicamente vinculantes para que los países industrializados y en transición hacia economías de mercado redujeran sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Durante su primer periodo de cumplimiento (2008–2012), se fijó una meta colectiva de reducción de al menos 5 % respecto a los niveles de 1990 (López-Toache et al., 2016).

Para facilitar el cumplimiento de estos objetivos, el protocolo introdujo tres mecanismos de flexibilidad:

- **Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL):** Permite que países del Anexo B inviertan en proyectos de mitigación en países en desarrollo, obteniendo Certificados de Reducción de Emisiones (CERs) a menor costo. Este mecanismo promueve la transferencia de tecnologías limpias y la cooperación internacional.
- **Aplicación Conjunta (AC):** Facilita la inversión entre países del Anexo B en proyectos de energía limpia, generando Unidades de Reducción de Emisiones (ERUs). El país inversor obtiene certificados a menor precio, mientras que el receptor se beneficia de la inversión y la tecnología.
- **Comercio internacional de emisiones:** Establece un sistema de intercambio de derechos de emisión entre países que han asumido compromisos. Aquellos con excedentes pueden vender sus unidades a países que superan sus metas, creando un mercado de carbono regulado por la oferta y la demanda.

Estos mecanismos han sido objeto de debate, ya que permiten a los países desarrollados compensar sus emisiones mediante proyectos externos, sin modificar directamente sus modelos de producción o consumo energético. En muchos casos, resulta más económico financiar iniciativas en América Latina o el Caribe que implementar cambios estructurales en sus propios territorios (López-Toache et al., 2016).

Desde una perspectiva teórica, el funcionamiento del mercado de carbono puede vincularse con el Teorema de Coase, el cual plantea que los problemas derivados de las externalidades —como la contaminación— pueden resolverse mediante la asignación adecuada de derechos de propiedad. En este contexto, el Estado define los derechos de emisión, y los actores económicos negocian entre sí para alcanzar

soluciones eficientes. No obstante, la aplicación práctica de este enfoque enfrenta desafíos significativos, como la dificultad de calcular con precisión los costos ambientales y la necesidad de garantizar equidad en las transacciones (López-Toache et al., 2016).

2.4 Acuerdo de París

El Acuerdo de París, adoptado en diciembre de 2015 durante la Conferencia de las Partes (COP21) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), representa un hito histórico en la cooperación internacional frente al cambio climático. Su principal objetivo es limitar el aumento de la temperatura global a menos de 2 °C respecto a los niveles preindustriales, con esfuerzos adicionales para no superar los 1.5 °C (Naciones Unidas, s.f.).

Este tratado establece compromisos voluntarios y progresivos por parte de los países firmantes, conocidos como Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC, por sus siglas en inglés). Cada nación define sus metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, las cuales deben actualizarse cada cinco años, incrementando su ambición conforme a sus capacidades y circunstancias nacionales (Naciones Unidas, s.f.).

Además de la mitigación, el acuerdo enfatiza la importancia de la adaptación al cambio climático, el fortalecimiento de la resiliencia y la reducción de vulnerabilidades. También promueve la cooperación técnica, el financiamiento climático especialmente para países en desarrollo y la transparencia en el seguimiento de los avances (Naciones Unidas, s.f.).

El Acuerdo de París no impone sanciones, sino que se basa en la confianza mutua, la rendición de cuentas y el compromiso político. Su enfoque flexible permite que cada país actúe según sus posibilidades, pero dentro de un marco común que busca la sostenibilidad global y la equidad intergeneracional.

2.5 El cambio climático en México

El cambio climático ha alterado profundamente las condiciones de vida en diversas regiones de México. Eventos extremos como sequías prolongadas, inundaciones intensas, huracanes más frecuentes y temperaturas extremas han afectado ecosistemas, economías locales y la seguridad alimentaria. Estas alteraciones no solo generan pérdidas materiales, sino que también obligan a miles de personas a

desplazarse en busca de condiciones más seguras y sostenibles (Ochoa Lupián y Ayvar Campos, 2015).

La migración inducida por el clima no responde a un patrón único: puede ser temporal o permanente, voluntaria o forzada, interna o internacional. En México, las zonas rurales y costeras son especialmente vulnerables, ya que dependen de recursos naturales cada vez más escasos y están expuestas a eventos climáticos extremos. Sin embargo, el marco legal mexicano aún no reconoce formalmente la figura del “migrante climático”, lo que limita la protección de quienes se desplazan por causas ambientales (Ochoa Lupián y Ayvar Campos, 2015).

El vínculo entre cambio climático y migración se manifiesta en tres dimensiones principales: la degradación de tierras agrícolas, el aumento de desastres naturales y el ascenso del nivel del mar. Estos factores, combinados con desigualdades sociales y falta de infraestructura, intensifican la vulnerabilidad de comunidades enteras. A pesar de ello, las políticas públicas suelen ser reactivas, centradas en la atención de emergencias, sin una planificación preventiva que considere el desplazamiento humano como parte de la adaptación climática (Ochoa Lupián y Ayvar Campos, 2015).

Para enfrentar este desafío, es necesario fortalecer la gobernanza ambiental, integrar la migración en las estrategias de cambio climático y garantizar que las comunidades afectadas participen en la toma de decisiones. La migración climática debe entenderse como una respuesta legítima ante la pérdida de medios de vida, y no como un fracaso individual. Reconocerla, medirla y atenderla con justicia es clave para construir resiliencia y proteger los derechos humanos en un contexto de crisis ambiental (Ochoa Lupián y Ayvar Campos, 2015).

Capítulo III. Regulaciones en México a lo largo del tiempo

3.1 Mercado voluntario en México

México cuenta con varios años de experiencia en el ámbito de los créditos de carbono, tanto en el mercado voluntario nacional como en el internacional. Desde la década de 1990 se comenzaron a implementar proyectos enfocados en la mitigación de emisiones mediante la captura de carbono. En un inicio, estos proyectos se incorporaron al mercado de los **Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)** establecidos por el Protocolo de Kioto. No obstante, a partir de 2013, el Sistema de Comercio de Emisiones de la Unión Europea modificó sus criterios de elegibilidad, limitando la aceptación de proyectos MDL únicamente a países menos desarrollados. Ante esta situación, México creó su propia plataforma de mercado voluntario a través de la organización **MEXICO2**. (Rontard et al., 2020)

El mercado voluntario de bonos de carbono (MVC) en México se ha consolidado como una herramienta complementaria para reducir emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) fuera de los esquemas regulados. Este mecanismo permite que empresas, gobiernos locales y organizaciones compensen sus emisiones mediante la compra de créditos generados por proyectos certificados que capturan o evitan emisiones, sin estar obligados por normativas internacionales (Gobierno de México, 2024).

Hasta mayo de 2023, se identificaron 248 proyectos voluntarios en el país, de los cuales la mitad ya generaban créditos certificados. La mayoría de estos proyectos se concentra en el sector forestal y de uso de suelo (87.5 %), seguido por iniciativas en energía renovable, manejo de residuos, eficiencia energética, agroindustria e industria pesada. Esta distribución refleja el potencial de los ecosistemas mexicanos para actuar como sumideros de carbono y generar beneficios ambientales, sociales y económicos (Gobierno de México, 2024).

El análisis institucional revela que siete organizaciones concentran más del 50 % de los proyectos registrados, lo que plantea desafíos en términos de equidad, diversidad de actores y acceso a beneficios. Además, se identifican áreas de mejora en la gobernanza de los proyectos, la transparencia en la distribución de beneficios, y la necesidad de fortalecer los procesos de consulta libre, previa e informada con comunidades participantes (Gobierno de México, 2024).

3.2 Programa de prueba del sistema de comercio de emisiones

Para consolidar el MVC como un mecanismo eficaz de mitigación, el documento recomienda mejorar la articulación entre actores públicos y privados, establecer estándares técnicos claros, y promover esquemas de reinversión local. También se destaca la importancia de vincular el mercado voluntario con los compromisos nacionales e internacionales de México en materia climática, como el Acuerdo de París y la Ley General de Cambio Climático (Gobierno de México, 2024).

El Sistema de Comercio de Emisiones (SCE) es una herramienta de política ambiental que busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) mediante un enfoque de “tope y comercio”. Este modelo establece un límite total de emisiones permitido para ciertos sectores industriales, y asigna derechos de emisión que pueden ser intercambiados entre empresas, incentivando la eficiencia y la innovación tecnológica (Gobierno de México, 2021).

En México, el SCE fue incorporado a la Ley General de Cambio Climático en 2018, y su implementación comenzó con un programa de prueba coordinado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Este programa

tiene como objetivo evaluar el funcionamiento técnico, administrativo y operativo del sistema antes de su entrada en vigor formal.

Durante la fase de prueba, participan únicamente instalaciones que emiten más de 100 mil toneladas de CO₂ al año, pertenecientes a sectores como generación eléctrica, hidrocarburos, cemento, acero, química, alimentos y bebidas. A estas instalaciones se les asignan derechos de emisión gratuitos, y deben reportar sus emisiones anualmente, permitiendo así el monitoreo y la verificación del cumplimiento (Gobierno de México, 2021).

El programa también contempla mecanismos de compensación, que permiten a proyectos externos como reforestación, manejo de residuos o eficiencia energética generar créditos que pueden ser utilizados por las empresas reguladas para cumplir con sus metas. Estos créditos deben cumplir con estándares técnicos y ambientales rigurosos.

Además, se estableció un Comité Consultivo integrado por representantes del sector privado, académico y gubernamental, encargado de evaluar el desempeño del sistema y proponer mejoras. Esta estructura busca garantizar transparencia, participación y alineación con los compromisos internacionales de México en materia climática.

En conjunto, el SCE representa un paso estratégico hacia la descarbonización de la economía mexicana, al combinar regulación ambiental con incentivos de mercado, promoviendo una transición ordenada y competitiva hacia modelos productivos más sostenibles.

3.3 Suma y umas

En 1996 se estableció la Dirección General de Vida Silvestre, y un año más tarde, en 1997, se dio a conocer el Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural de México (1997-2000). Este programa tuvo como propósito principal preservar la biodiversidad y fomentar alternativas de desarrollo socioeconómico en las comunidades rurales.

Como parte de esta estrategia se creó el Sistema de Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable (SUMA), cuyo eje central fueron las Unidades de Manejo para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA). Dichas unidades buscaban promover modelos alternativos de producción y aprovechamiento compatibles con la protección ambiental, basados en el uso racional, ordenado y planificado de los recursos naturales (Semarnat, 2000).

El marco legal que sustentó este sistema fue la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), la cual reguló el registro y autorización de actividades relacionadas con la fauna y flora silvestres. Esta normativa tenía como objetivo controlar el aprovechamiento de especies en riesgo, conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, y establecer tasas de uso autorizadas para especies empleadas en la cacería deportiva, el comercio de pieles, la industria peletera, así como para aves, reptiles, peces y mamíferos. También pretendía frenar el comercio ilegal de plantas y animales, especialmente de especies ornamentales como orquídeas y cactus.

Además, se buscó que los propietarios de terrenos rurales obtuvieran beneficios económicos derivados del aprovechamiento sustentable de la biodiversidad. En el caso de las especies vegetales silvestres no incluidas en la NOM-059, su aprovechamiento se regula mediante la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), que establece los requisitos para obtener las autorizaciones correspondientes.

En 1997, la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAT) implementó el Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural 1997-2000 (SEMARNAP, 1997; INE, 2000), con el objetivo de articular de manera coherente estrategias ambientales, económicas, sociales y jurídicas orientadas a la conservación de la vida silvestre. Este programa buscó promover la participación activa de la sociedad en la gestión de los recursos naturales y establecer mecanismos de incentivos económicos que resultaron viables y efectivos, garantizando así un manejo sostenible y responsable de la biodiversidad en los entornos rurales (Gallina-Tessaro, et al., 2009).

La UMA fue un marco legal utilizado para aprovechar y comercializar especies pertenecientes a la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010, con el fin de evitar su extinción y regular su aprovechamiento.

En México, la explotación y crianza de determinadas especies solo se permite legalmente dentro de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA). Estas unidades promueven formas de producción que respetan el medio ambiente, mediante el uso planificado, ordenado y sostenible de los recursos naturales renovables, contribuyendo a detener o revertir el deterioro ambiental.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología (INE) de la SEMARNAT, las UMA buscan combinar la conservación con el aprovechamiento, generando beneficios adicionales como oportunidades de empleo e ingresos para comunidades rurales, generación de divisas, valoración de los elementos que mantienen la biodiversidad y preservación de los servicios ambientales que ofrecen tanto las áreas manejadas como sus alrededores.

Las UMA se dividen en dos categorías principales:

1. Extensivas: se enfocan en la conservación de hábitats y en el manejo de poblaciones en libertad. Para especies exóticas, la normativa exige que estas sean cercadas para su manejo adecuado.
2. Intensivas: se centran en la gestión de individuos o grupos de especies en cautiverio, como sucede en criaderos o viveros

(Gallina & Escobedo-Morales, 2009)

3.4 Programa sembrando vidas

Desde el año 2019, comenzó a implementarse como una iniciativa clave dentro de las políticas públicas federales correspondientes al periodo gubernamental 2018-2024. Su propósito central es mejorar la calidad de vida de quienes se dedican a la siembra, mediante estrategias orientadas a fomentar la autosuficiencia en la producción de alimentos, fortalecer los lazos comunitarios y promover la restauración ecológica.

Sembrando Vida (SV) constituye uno de los diez programas prioritarios presentados en 2018 por el gobierno encabezado por el presidente Andrés Manuel López Obrador. Este programa ha contado con uno de los presupuestos más elevados en la historia de los programas de desarrollo rural en México, asignándose 15 mil millones de pesos en 2019, 27.5 mil millones en 2020 y 27 mil millones en 2021.

SV ha sido promovido como “el programa de reforestación más importante que se implementa a nivel mundial”, aunque esta difusión ha ocurrido en paralelo con recortes significativos a programas ambientales preexistentes, destinados a la restauración, conservación y uso sostenible de bosques, selvas y otros ecosistemas. Esta situación ha dado lugar a un amplio debate entre especialistas y organizaciones no gubernamentales sobre los efectos de la nueva política gubernamental en las instituciones ambientales y sobre la efectividad real de SV en la restauración y conservación de los recursos forestales nacionales.

En este contexto, **WRI México** inició en abril de 2019 la creación de una plataforma de monitoreo de indicadores ambientales para el programa, en colaboración con la **Secretaría del Bienestar**, con el propósito de generar información sobre los avances en la restauración de coberturas forestales, captura de carbono y recuperación de suelos, biodiversidad y agrobiodiversidad. Sin embargo, la ausencia de información georreferenciada detallada sobre las parcelas y las acciones implementadas ha limitado la capacidad de seguimiento de estos indicadores.

Actualmente, SV beneficia a más de 400 mil campesinos en 20 estados del país. Debido a la magnitud y dispersión del programa, su monitoreo resulta prácticamente

inviabile sin la participación directa de los técnicos del programa, quienes supervisan y visitan de manera continua las parcelas de los beneficiarios, garantizando así la implementación de las actividades propuestas. (Warman, J., Zuñiga, J. I., y Cervera, M. (2021

3.5 Ley general del cambio climático en México 2012

En 2012 en México fue aprobada la ley general del cambio climático, la cual entre alguno de sus objetivos fue garantizar el derecho a un medio ambiente sano, regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, difusión de material de adaptación y mitigación al cambio climático, establecer las bases para la concentración con la sociedad entre otros. (Luz Elena Ochoa Lupián y Francisco Javier Ayvar Campos, 2015)

La revisión exhaustiva de los fundamentos económicos y normativos que sustentan los mercados de carbono revela una dicotomía profunda entre la teoría neoclásica de la internalización de externalidades y la realidad operativa de estos mecanismos en economías emergentes. Si bien el postulado teórico central sugiere que asignar un precio a las emisiones de gases de efecto invernadero debería conducir, *ceteris paribus*, a una reducción eficiente de la contaminación al menor costo social posible, la evidencia empírica analizada en el periodo reciente demuestra que la eficacia de estos instrumentos no depende únicamente de las fuerzas de oferta y demanda, sino de la robustez institucional del entorno en el que operan. La experiencia comparada entre jurisdicciones maduras como la Unión Europea y mercados en desarrollo como el de México evidencia que la ausencia de señales de precios estables y la incertidumbre regulatoria actúan como barreras estructurales que inhiben la participación del sector privado y distorsionan los incentivos para la inversión en tecnologías bajas en carbono.

El análisis de la evolución global de los precios al carbono, documentado por organismos internacionales como el Banco Mundial en su informe de 2024, subraya que, aunque la cobertura de las emisiones globales bajo algún esquema de precio ha aumentado marginalmente, los niveles de precios en la mayoría de las jurisdicciones, incluida América Latina, permanecen muy por debajo del rango necesario para alinearse con los objetivos del Acuerdo de París. Esta insuficiencia no es un mero fallo técnico, sino un reflejo de la economía política del cambio climático, donde los intereses de sectores intensivos en carbono y la preocupación por la competitividad industrial a menudo diluyen la ambición de las políticas climáticas. En el caso específico de México, la prolongada fase de prueba del Sistema de Comercio de Emisiones y el retraso en la implementación de su fase operativa plena han generado un vacío de certidumbre que contrasta con la previsibilidad regulatoria que ha permitido a China consolidar el mercado de carbono

más grande del mundo en términos de emisiones cubiertas en un tiempo relativamente corto.

Desde una perspectiva de integridad ambiental, la literatura reciente ha puesto de manifiesto una crisis de confianza en los mercados voluntarios, exacerbada por cuestionamientos sobre la adicionalidad y la permanencia de los proyectos de compensación, particularmente aquellos basados en soluciones naturales o forestales. Investigaciones críticas señalan que un porcentaje significativo de los créditos generados en el pasado no presentaron reducciones reales de emisiones, lo que ha llevado a un escrutinio público y corporativo sin precedentes. Para el contexto mexicano, donde los proyectos forestales y las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) representan una parte sustancial del potencial de mitigación, este debate es de vital importancia. La viabilidad futura del mercado voluntario nacional dependerá de su capacidad para adoptar metodologías de cuantificación y verificación de última generación que garanticen que cada bono comercializado corresponda a una tonelada de dióxido de carbono efectivamente removida o evitada, protegiendo así la reputación de los compradores y la integridad de los ecosistemas.

La dimensión social de los mercados de carbono emerge también como un componente teórico indispensable que ha ganado relevancia en la discusión académica y política entre 2022 y 2024. A diferencia de los modelos económicos simplificados que tratan a los agentes como unidades homogéneas, la realidad en territorios como el sureste de México implica una interacción compleja con comunidades indígenas y ejidales. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo advirtió en 2024 que los mercados de carbono, si no se diseñan con salvaguardas robustas, pueden replicar patrones de inequidad, donde los beneficios financieros se concentran en intermediarios y desarrolladores externos, mientras que las comunidades locales asumen los costos de oportunidad del uso de la tierra. Por tanto, el marco teórico para analizar el caso mexicano debe expandirse más allá de la economía ambiental tradicional para integrar elementos de ecología política que permitan evaluar la distribución equitativa de los beneficios derivados de la venta de servicios ambientales.

En el ámbito de la competitividad empresarial, la transición hacia una economía descarbonizada ha dejado de ser una opción voluntaria para convertirse en un imperativo de acceso a mercados internacionales. Mecanismos como el Ajuste Fronterizo de Carbono de la Unión Europea (CBAM) amenazan con penalizar las exportaciones de países que no cuenten con sistemas de precios al carbono equivalentes, trasladando la presión regulatoria de Bruselas a las cadenas de suministro globales. Para el sector privado mexicano, esto implica que el desconocimiento o la inacción frente a los bonos de carbono no solo representa una

oportunidad perdida de financiamiento climático, sino un riesgo comercial directo. Sin embargo, los reportes de cámaras industriales y consultoras especializadas indican que existe una asimetría de información persistente, donde solo las grandes corporaciones multinacionales poseen la capacidad técnica para navegar la complejidad de estos mercados, dejando a las pequeñas y medianas empresas agropecuarias e industriales al margen de estos beneficios.

La convergencia de estos factores teóricos y contextuales delimita el espacio de investigación de la presente tesis. No basta con describir el funcionamiento mecánico de la compra y venta de bonos; es necesario entender las instituciones, las reglas formales e informales y las capacidades técnicas que habilitan o bloquean este mercado. La comparación con potencias mundiales no tiene como fin una imitación acrítica, sino la identificación de las condiciones habilitadoras—como la transparencia de datos, la fiscalización rigurosa y los incentivos fiscales complementarios—que han permitido el éxito en otras latitudes. Al situar el problema de investigación en esta intersección entre la teoría de fallas de mercado y el análisis institucional, se justifica la necesidad de generar información aplicada que traduzca estos conceptos abstractos en guías prácticas para la toma de decisiones empresariales en México.

Finalmente, según lo descrito en la ley general del cambio climático en 2012 establece que los bonos de carbono no deben ser concebidos como una panacea que sustituya la necesidad de reducción directa de emisiones, sino como un mecanismo de flexibilidad temporal y financiamiento complementario dentro de una jerarquía de mitigación más amplia. La validación de esta premisa requiere examinar si el marco legal actual en México, incluyendo la Ley General de Cambio Climático y sus instrumentos derivados, proporciona los incentivos adecuados para priorizar la descarbonización interna antes de recurrir a la compensación. De esta forma, el andamiaje conceptual construido prepara el terreno para el análisis empírico posterior, donde se contrastan las aspiraciones legislativas y las promesas del mercado con las barreras operativas reales que enfrentan los actores económicos en el terreno, buscando cerrar la brecha entre el potencial teórico de mitigación de México y su desempeño real en la lucha contra el cambio climático.

Capítulo IV. CONTRIBUCIONES DETERMINADAS A NIVEL NACIONAL (NDC)

Según la secretaría de medio ambiente y recursos naturales (2025) las NDC son el mecanismo central del Acuerdo de París, mediante el cual los países comunican sus compromisos climáticos y que deben actualizarse cada cinco años, aumentando progresivamente su nivel de ambición.

4.1 La NDC 3.0 de México

En 2025 durante la COP 30 (Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático) México presentó su tercera NDC como resultado de un proceso participativo amplio, en cumplimiento con el Acuerdo de Escazú (primer tratado ambiental entre América latina y el caribe), garantizando transparencia y la inclusión de diversos sectores sociales. La propuesta se organiza en cinco componentes innovadores que buscan integrar mitigación, adaptación y justicia social en un mismo marco.

1. Mitigación

- Por primera vez, México fija una meta absoluta de reducción de emisiones al 2035, aplicable a toda la economía.
- Se definen dos escenarios:
- Meta incondicional: límite de 364–404 MtCO₂e. (millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente)
- Meta condicionada: 332–363 MtCO₂e, dependiente de financiamiento internacional y transferencia tecnológica.
- Estas metas se alinean con la trayectoria hacia la neutralidad climática a mediados de siglo.

2. Adaptación

- Se amplían los cinco ejes de la NDC anterior: impactos en población y territorio, sistemas productivos resilientes, biodiversidad y servicios ecosistémicos, gestión hídrica con enfoque climático, e infraestructura estratégica y patrimonio cultural.
- Se añade un nuevo eje que vincula cambio climático y seguridad nacional, base para la futura Política Nacional de Adaptación (NAP).

3. Pérdidas y daños

México ha reconocido que existen impactos inevitables incluso con esfuerzos de mitigación y adaptación. Por ello, incorpora un nuevo componente con cinco líneas de acción:

- Respuesta ante emergencias climáticas y acción humanitaria.
- Transferencia y retención del riesgo.
- Reconstrucción resiliente.
- Movilidad humana asociada a impactos climáticos.
- Evaluación de pérdidas económicas y no económicas.

4. Entorno habilitador y medios de implementación

- Se plantea la necesidad de movilizar financiamiento internacional, transferencia tecnológica y fortalecimiento de capacidades institucionales.
- Este componente busca crear las condiciones estructurales para que las metas de mitigación y adaptación sean viables.

5. Temas transversales

- Se asegura que la acción climática se ejecute con perspectiva de género interseccional, enfoque de derechos humanos, equidad intergeneracional y transición justa.
- Se enfatiza la protección de poblaciones prioritarias bajo el principio de “no dejar a nadie atrás”.

Figura 1.2 NDC 3.0



Ilustración 2 NDC México

Fuente: Elaboración propia información recabada de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

La NDC 3.0 representa un avance sustantivo en la política climática mexicana al integrar metas cuantitativas, justicia social y resiliencia territorial. Sin embargo, su éxito depende de la cooperación internacional y del acceso a financiamiento y tecnología, lo que refleja las limitaciones estructurales del país frente a los desafíos globales del cambio climático. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2025)

4.2 NDC UNIÓN EUROPEA

La Unión Europea ha presentado una Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) que consolida su papel como líder en la acción climática global. Este compromiso establece metas claras y progresivas de reducción de emisiones, respaldadas por un marco legal vinculante y políticas integrales de transición energética.

Metas

- 2030: reducción mínima del 55% de emisiones de GEI respecto a 1990.
- 2035: meta indicativa de reducción entre 66.25% y 72.5%.
- 2050: alcanzar la neutralidad climática en toda la Unión.

Estrategias y políticas

- Legislación vinculante: la European Climate Law obliga a los Estados miembros a cumplir con la neutralidad en 2050.
- Energía: compromiso de triplicar la capacidad renovable mundial y duplicar la eficiencia energética global hacia 2030.
- Avances recientes: en 2023 las renovables aportaron el 44% de la electricidad de la UE, aumentando a 47% en 2024.
- Eliminación de fósiles: acelerar la salida de combustibles fósiles sin captura de carbono, con la meta de un sistema energético prácticamente libre de fósiles antes de 2050.
- Sectores difíciles de abatir: impulso a tecnologías como hidrógeno, captura y almacenamiento de carbono, y electrificación industrial.

Dimensión internacional

- La UE busca alinear sus compromisos con el Global Stocktake de la COP28**, reforzando la ambición global.
- Promueve el uso de créditos internacionales de alta calidad, garantizando integridad ambiental y eficiencia económica.
- Se posiciona como referente mundial en transición energética y competitividad sostenible.

Retos y tensiones

- Coordinación interna: la implementación depende de la capacidad de los 27 Estados miembros para armonizar políticas energéticas y económicas.
- Competitividad: la presión por eliminar fósiles debe equilibrarse con la necesidad de mantener la industria europea frente a China y EUA.
- Financiamiento: la transición requiere inversiones masivas en infraestructura verde y apoyo a regiones dependientes de combustibles fósiles.

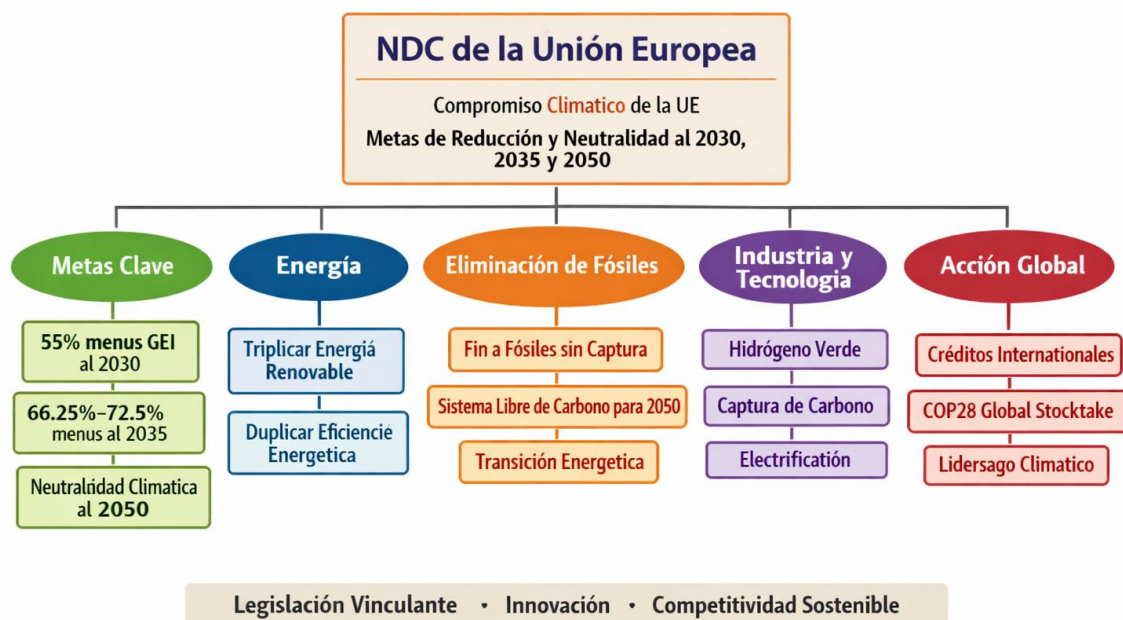


Ilustración 3 NDC UNIÓN EUROPEA

Fuente: Elaboración propia basada en información de las naciones unidas

La NDC de la Unión Europea representa un modelo avanzado de gobernanza climática, con metas claras, mecanismos legales y un enfoque integral que combina transición energética, innovación tecnológica y justicia social. Su ambición es coherente con la ciencia climática, aunque enfrenta desafíos internos derivados de la heterogeneidad económica de sus Estados miembros. En términos teóricos, este caso ejemplifica cómo los países desarrollados utilizan la arquitectura normativa y financiera para consolidar su liderazgo climático, mientras buscan equilibrar sostenibilidad con competitividad global.

4.3 La Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Estados Unidos

Refleja su compromiso con la reducción sustancial de emisiones y la transición hacia una economía climáticamente neutra. Este documento busca consolidar la posición del país como actor clave en la mitigación global, aunque enfrenta desafíos políticos internos que pueden afectar su continuidad.

Metas principales

- Reducción de 61–66% de emisiones de GEI al 2035, tomando como referencia el año 2005.
- Neutralidad climática para 2050, con una trayectoria progresiva de descarbonización.
- Reducción del metano en 35% y fortalecimiento de estándares de eficiencia energética.

Estrategias y políticas

- Energía: expansión acelerada de fuentes renovables (solar, eólica y almacenamiento), junto con la regulación de plantas fósiles.
- Transporte: electrificación masiva del parque vehicular y desarrollo de infraestructura de carga nacional.
- Agricultura y bosques: impulso a prácticas “climate-smart”, reforestación y mercados de créditos de carbono.
- Edificaciones: transición hacia construcciones de cero emisiones mediante incentivos fiscales y estándares federales.

Dimensión internacional

- Estados Unidos busca reafirmar su liderazgo climático mediante cooperación tecnológica y financiamiento verde hacia países en desarrollo.
- Promueve la creación de mercados de carbono transparentes y la reducción de metano como prioridad global.
- Participa activamente en el Global Methane Pledge y en iniciativas de innovación energética con la UE y Japón.

Retos y tensiones

- Volatilidad política: los cambios de administración generan incertidumbre sobre la continuidad de las metas.
- Credibilidad internacional: la salida temporal del Acuerdo de París debilitó la confianza global en su compromiso.
- Desigualdad interna: la transición energética enfrenta resistencia en regiones dependientes de combustibles fósiles.

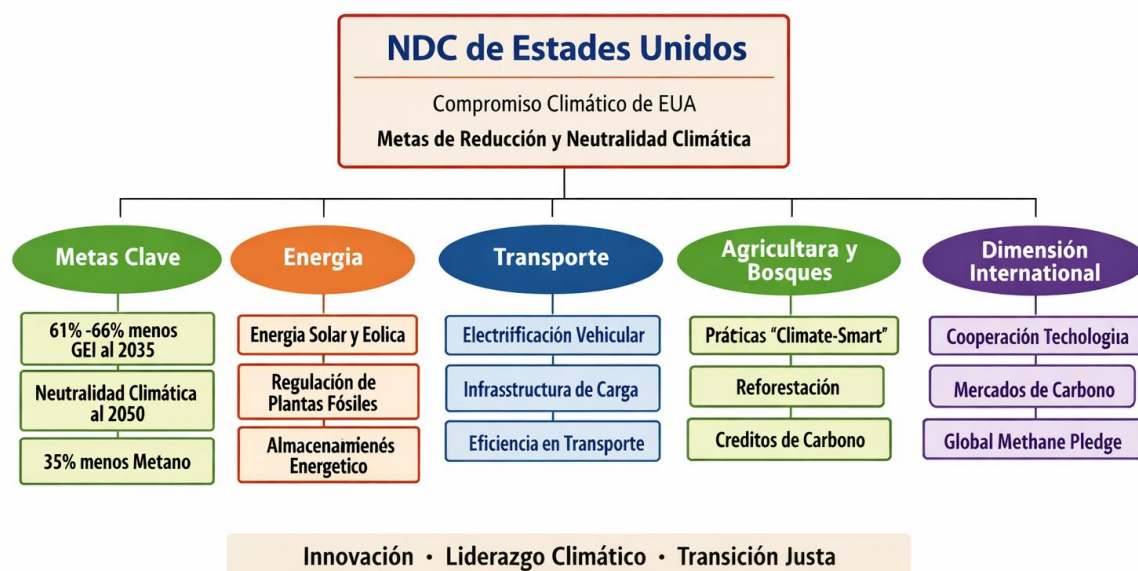


Ilustración 4 NDC ESTADOS UNIDOS

Fuente: Elaboración propia basada en las naciones unidas

La NDC de Estados Unidos combina ambición técnica y vulnerabilidad política. Su enfoque integral abarca energía, transporte, agricultura y edificación, pero su éxito depende de la estabilidad institucional y del consenso político interno. En términos teóricos, este caso ilustra cómo las potencias económicas enfrentan el dilema entre liderazgo climático y gobernabilidad doméstica, mostrando que la acción climática requiere tanto innovación tecnológica como coherencia política.

4.4 La Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de China

Refleja un compromiso gradual con la reducción de emisiones, marcado por la tensión entre su papel como mayor emisor mundial y su necesidad de sostener el crecimiento económico. Aunque introduce metas absolutas por primera vez, su nivel de ambición es considerado insuficiente frente a las trayectorias de 1.5 °C.

Metas principales

- Reducción de 7–10% de emisiones respecto al pico, sin especificar una fecha clara para dicho máximo.

- 30% de energía no fósil en la matriz energética hacia 2035.
- Instalación de 3,600 GW de capacidad solar y eólica.
- Aumento de reservas forestales hasta alcanzar 24 mil millones de m³.

Estrategias y políticas

- Mercado de carbono nacional (ETS): expansión progresiva hacia sectores de altas emisiones.
- Transporte: electrificación masiva, con meta de que los vehículos eléctricos representen la mayoría de las ventas.
- Adaptación: construcción de una “sociedad adaptativa al clima”, con medidas de resiliencia urbana y rural.
- Energía: fuerte inversión en renovables, aunque con persistente dependencia del carbón.

Dimensión internacional

- China se presenta como líder en energías renovables, exportando tecnología solar y eólica.
- Participa en iniciativas de cooperación climática, pero mantiene un enfoque pragmático condicionado a sus necesidades de desarrollo.
- Su NDC es percibida como un esfuerzo por equilibrar responsabilidad internacional con prioridades domésticas.

Retos y críticas

- Dependencia del carbón: sigue siendo la principal fuente energética, dificultando la transición.
- Subsidios fósiles: persisten, lo que contradice los objetivos de descarbonización.
- Ambición insuficiente: evaluaciones internacionales consideran que las metas no son compatibles con el objetivo de limitar el calentamiento a 1.5 °C.
- Falta de claridad temporal: ausencia de una fecha definida para el pico de emisiones genera incertidumbre.

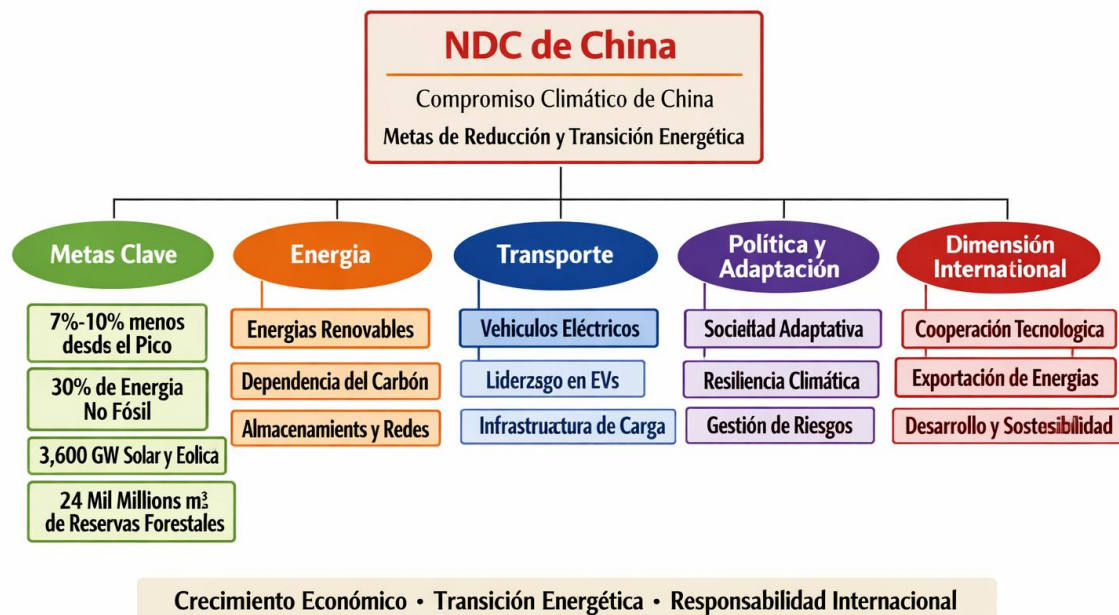


Ilustración 5 NDC CHINA

Fuente: Elaboración propia basada en las naciones unidas

La NDC de China representa un paso importante al fijar metas absolutas de reducción, pero su ambición es limitada frente a la urgencia climática global. El documento refleja la tensión entre la necesidad de mantener el crecimiento económico y la presión internacional por una transición acelerada. En términos teóricos, este caso ilustra cómo las economías emergentes enfrentan el dilema entre desarrollo y sostenibilidad, mostrando que la acción climática está condicionada por factores estructurales internos y por la búsqueda de estabilidad social.

Comparativo de NDC: México, EUA, UE y China

Objetivos y Enfoques Climáticos

	 México	 EUA	 Unión Europea	 China
Metas Clave	• 35% - 43% menos GEI al 2030 • Emisiones Netas Cero en 2050	• 61% - 66% menos GEI al 2035 • Neutralidad Climática en 2050	• 55% menos GEI al 2030 • Neutralidad Climática en 2050	• 7%-10% menos desde el Pico • 30% de Energía No Fósil al 2035
Estrategias	• Adaptación y Perdidas&Daños	• Energía, Transporte, Agricultura	• Energías Renovables, Hidrógeno Verde	• Mercado de Carbono • Movilidad Eléctrica
Ventajas	• Proceso Participativo	• Liderazgo Tecnológico • Financiación Verde	• Financiación Verde	• Capacidad Industrial • Expansión Renovable
Desventajas	• Dependencia de Combustibles Fósiles	• Inestabilidad Política	• Costos Elevados	• Uso de Carbón • Meta poco Clara

Transición Energética

Equidad Climática

Cooperación Internacional

Desafíos Globales Comunes

Fuente: elaboración propia basada en las naciones unidas

Ilustración 6 COMPARATIVO DE NDC

Capítulo V. Comparación académica de los mercados de bonos de carbono: México, China, Estados Unidos y la Unión Europea

El desarrollo de los mercados de carbono a nivel internacional ha respondido a la necesidad de establecer mecanismos económicos capaces de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) mediante incentivos financieros y regulatorios. Sin embargo, la implementación de estos sistemas ha seguido trayectorias distintas dependiendo de las capacidades institucionales, prioridades económicas y contextos políticos de cada región. La comparación entre México, China, Estados Unidos y la Unión Europea evidencia diferencias significativas en términos de regulación, alcance sectorial, efectividad ambiental y competitividad económica (World Bank, 2024).

5.1 Unión Europea: el modelo más consolidado y regulado

La Unión Europea (UE) representa el sistema más avanzado y consolidado de comercio de emisiones a nivel mundial. Desde la creación del European Union Emissions Trading System (EU ETS) en 2005, el bloque europeo ha desarrollado una estructura regulatoria robusta basada en el principio de “cap and trade”, mediante el cual se establece un límite máximo de emisiones y se permite el intercambio de permisos de carbono entre empresas (European Commission, 2024).

Uno de los factores que explica el éxito del modelo europeo es la estabilidad institucional y jurídica que proporciona la European Climate Law, la cual establece metas obligatorias de reducción de emisiones y neutralidad climática para 2050. Además, la UE ha implementado mecanismos complementarios como el Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM), diseñado para evitar la fuga de carbono y proteger la competitividad industrial europea frente a países con regulaciones ambientales menos estrictas (European Council, 2024).

Desde una perspectiva ambiental, la UE ha logrado una reducción significativa de emisiones en sectores intensivos como energía, acero, cemento y aviación. El alto precio del carbono —que en algunos periodos ha superado los 80 euros por tonelada— ha incentivado inversiones masivas en energías renovables, eficiencia energética e innovación tecnológica (World Bank, 2024).

Económicamente, el sistema europeo ha generado un mercado financiero sólido que moviliza miles de millones de euros anualmente. Sin embargo, el modelo enfrenta desafíos relacionados con el elevado costo de transición para industrias dependientes de combustibles fósiles y con las desigualdades entre los Estados miembros respecto a capacidades económicas y energéticas (Bastianin et al., 2024).

A pesar de estas limitaciones, la UE constituye el principal referente internacional debido a la combinación de regulación estricta, financiamiento verde y mecanismos de transparencia y monitoreo altamente desarrollados (European Commission, 2024).

5.2 Estados Unidos: liderazgo tecnológico con inestabilidad política

El caso de Estados Unidos presenta una dinámica distinta. Aunque el país posee una de las economías más grandes y tecnológicamente avanzadas del mundo, su política climática ha estado marcada por una fuerte polarización política.

A diferencia de la Unión Europea, Estados Unidos no cuenta con un sistema nacional obligatorio de comercio de emisiones plenamente consolidado. En su lugar, existen mercados regionales como el California Cap-and-Trade Program y la

Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI), aplicados principalmente en ciertos estados (California Air Resources Board, 2024).

Durante la administración de Donald Trump (2017-2021), se produjo un retroceso significativo en materia climática. La salida temporal del Acuerdo de París, la flexibilización de regulaciones ambientales y el impulso a la industria petrolera y carbonífera generaron incertidumbre en los mercados de carbono y debilitaron la credibilidad internacional del país en materia ambiental (United Nations, 2015).

Posteriormente, con la administración de Joe Biden, se retomaron compromisos climáticos ambiciosos mediante inversiones masivas en energías limpias y tecnologías de reducción de emisiones, especialmente a través de la Inflation Reduction Act (The White House, 2022), considerada una de las mayores inversiones climáticas en la historia estadounidense.

En términos ambientales, Estados Unidos ha mostrado avances importantes en energías renovables y electrificación del transporte. Sin embargo, continúa siendo uno de los principales emisores históricos de GEI debido a su elevada dependencia del consumo energético y su modelo industrial (IPCC, 2023).

Económicamente, el enfoque estadounidense prioriza la innovación tecnológica y los incentivos fiscales más que la regulación estricta. Esto ha permitido un crecimiento acelerado de industrias verdes, aunque también ha generado disparidades entre estados y sectores económicos.

El modelo estadounidense demuestra que el éxito de los mercados de carbono depende no solo de la capacidad tecnológica, sino también de la estabilidad política y de la continuidad institucional de las políticas climáticas.

5.3 China: expansión acelerada con fuerte intervención estatal

China representa un caso particularmente relevante debido a su condición de mayor emisor mundial de dióxido de carbono y, al mismo tiempo, principal inversionista global en energías renovables (World Bank, 2024).

El crecimiento industrial acelerado de las últimas décadas provocó un incremento masivo en las emisiones de GEI, especialmente derivadas del uso intensivo de carbón. Frente a esta problemática, el gobierno chino implementó en 2021 el National Emissions Trading System (China ETS), considerado actualmente el mercado de carbono más grande del mundo en términos de emisiones cubiertas (International Carbon Action Partnership, 2024).

A diferencia de los modelos occidentales, el sistema chino opera bajo una fuerte centralización estatal. El gobierno establece metas de intensidad de carbono, controla la expansión sectorial y dirige estratégicamente las inversiones hacia tecnologías limpias, energía solar, eólica e infraestructura eléctrica.

Uno de los principales logros de China ha sido la rápida expansión de energías renovables y vehículos eléctricos, sectores donde actualmente lidera la producción mundial. Además, el país ha fortalecido su presencia internacional mediante la exportación de tecnología verde y financiamiento de infraestructura energética.

No obstante, el sistema chino enfrenta importantes contradicciones. Aunque el país promueve la transición energética, continúa dependiendo fuertemente del carbón como fuente principal de generación eléctrica. Asimismo, diversos organismos internacionales han cuestionado la transparencia del sistema de monitoreo y la ambición real de sus metas climáticas (IPCC, 2023).

Desde el punto de vista económico, China ha utilizado el mercado de carbono como una herramienta de modernización industrial y competitividad global. Su enfoque busca equilibrar crecimiento económico, estabilidad social y transición energética, evitando impactos abruptos sobre el empleo y la producción manufacturera.

El caso chino demuestra que los mercados de carbono pueden expandirse rápidamente bajo modelos de planificación estatal, aunque la efectividad ambiental depende de la reducción real de combustibles fósiles.

5.4 México: avances normativos con limitaciones estructurales

México ha mostrado avances importantes en materia climática, especialmente mediante la promulgación de la Ley General de Cambio Climático en 2012 y el desarrollo del Sistema de Comercio de Emisiones (SCE) en fase piloto desde 2020 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2021).

A nivel internacional, México fue uno de los primeros países en desarrollo en incorporar instrumentos de mercado climático dentro de su legislación nacional. Asimismo, el país ha participado activamente en mecanismos internacionales de reducción de emisiones desde el Protocolo de Kioto (United Nations, 2015).

Sin embargo, el mercado mexicano aún presenta importantes limitaciones estructurales. Entre las principales destacan:

- Incertidumbre regulatoria.
- Falta de información técnica.

- Baja participación empresarial.
- Escasa cultura ambiental corporativa.
- Y limitada capacidad institucional para monitoreo y verificación. (semarnat-inecc-gggi, 2024).

A diferencia de la Unión Europea y China, el precio del carbono en México sigue siendo bajo, lo que reduce los incentivos económicos para invertir en tecnologías limpias. Además, la mayoría de los proyectos se concentra en el mercado voluntario y en actividades forestales, mientras que sectores industriales continúan con una participación limitada (World Bank, 2024).

Ambientalmente, México posee un gran potencial en captura de carbono debido a su biodiversidad, ecosistemas forestales y programas de reforestación como Sembrando Vida. No obstante, la falta de seguimiento técnico, transparencia y mecanismos sólidos de certificación limita la credibilidad internacional de algunos proyectos (SEMARNAT-INECC-GGGI, 2024).

Económicamente, el país enfrenta dificultades para atraer grandes inversiones verdes debido a la inestabilidad regulatoria y a la ausencia de una política climática plenamente consolidada. Esto genera una brecha considerable respecto a economías más avanzadas.

A pesar de estas limitaciones, México cuenta con oportunidades estratégicas importantes derivadas de su cercanía comercial con Estados Unidos, su potencial forestal y la creciente presión internacional para descarbonizar cadenas de suministro globales.

Comparación general de resultados y métodos exitosos

La comparación entre los cuatro casos evidencia que los mercados de carbono más exitosos comparten ciertos elementos fundamentales:

- Marcos regulatorios claros y estables.
- Sistemas sólidos de monitoreo, reporte y verificación (mrv).
- Precios del carbono suficientemente altos.
- Incentivos fiscales y financieros.
- Participación del sector privado.
- Y políticas de transición energética de largo plazo. (world bank, 2024).

La Unión Europea destaca por su solidez normativa y efectividad ambiental. Estados Unidos sobresale por innovación tecnológica y financiamiento verde, aunque condicionado por la polarización política. China demuestra una gran capacidad de implementación acelerada mediante planificación estatal, mientras que México aún

enfrenta una etapa de consolidación institucional (International Carbon Action Partnership, 2024).

En términos ambientales, los modelos más efectivos son aquellos que priorizan reducciones reales de emisiones y no únicamente mecanismos de compensación. Asimismo, los mercados más sólidos son aquellos donde el carbono se integra como un elemento central de la política económica y energética nacional.

Finalmente, la experiencia internacional demuestra que los bonos de carbono pueden constituir una herramienta relevante para la mitigación del cambio climático; sin embargo, su éxito depende de la transparencia, la credibilidad institucional y la capacidad de cada país para equilibrar crecimiento económico, competitividad y sostenibilidad ambiental.

Tabla 1 Comparación entre potencias mundiales y México

Aspecto	México	China	Estados Unidos	Unión Europea
Tipo de sistema	Sistema de Comercio de Emisiones (SCE) en fase piloto	National Emissions Trading System (China ETS)	Mercados regionales como California Cap-and-Trade y RGGI	European Union Emissions Trading System (EU ETS)
Inicio del sistema	2020	2021	Sistemas regionales desde principios de los 2000	2005
Modelo regulatorio	Regulación nacional en consolidación	Control centralizado por el Estado	Regulación descentralizada por estados	Regulación supranacional obligatoria
Nivel de obligatoriedad	Parcial y en desarrollo	Obligatorio para sectores estratégicos	Obligatorio solo en algunos estados	Obligatorio para países miembros

Sectores cubiertos	Energía e industria principalmente	Energía, industria pesada y manufactura	Energía, transporte e industria según el estado	Energía, aviación, acero, cemento, industria pesada
Precio del carbono	Bajo y poco competitivo	Moderado y controlado por el Estado	Variable según el mercado regional	Alto; ha superado los 80 euros por tonelada
Objetivo principal	Consolidar mercado climático nacional	Reducir intensidad de carbono sin afectar crecimiento económico	Impulsar innovación tecnológica y transición energética	Alcanzar neutralidad climática para 2050
Método principal utilizado	Mercado piloto y compensaciones forestales	Planeación estatal e inversión masiva en energías renovables	Incentivos fiscales y desarrollo tecnológico	Sistema “cap and trade” con límites estrictos
Participación empresarial	Limitada	Alta participación de industrias estratégicas	Alta en estados participantes	Obligatoria y altamente regulada
Monitoreo y verificación (MRV)	En desarrollo; limitaciones técnicas	Cuestionamientos sobre transparencia	Variable según estado	Sistema sólido y transparente
Fortalezas ambientales	Gran potencial forestal y biodiversidad	Liderazgo mundial en energía solar y vehículos eléctricos	Avances en electrificación y energías limpias	Reducción significativa de emisiones

Fortalezas económicas	Potencial para atraer inversión verde	Modernización industrial acelerada	Innovación tecnológica y financiamiento climático	Mercado financiero de carbono consolidado
Principales debilidades	Baja inversión, incertidumbre regulatoria y limitada participación industrial	Dependencia del carbón y cuestionamientos sobre transparencia	Polarización política y falta de sistema nacional	Altos costos de transición energética
Impacto político	Cambios regulatorios lentos	Fuerte control gubernamental	Gran impacto de administraciones presidenciales (ej. Trump)	Política climática estable a largo plazo
Resultados obtenidos	Avances moderados y etapa de consolidación	Expansión rápida del mercado de carbono	Crecimiento de industrias verdes en estados líderes	Uno de los sistemas más exitosos del mundo
Métodos que han funcionado	Integración legal del mercado climático	Inversión estatal y expansión tecnológica	Incentivos económicos y tecnológicos	Regulación estricta y altos precios del carbono
Lecciones para México	—	Mayor inversión pública y planeación estratégica	Incentivos fiscales e innovación tecnológica	Regulación sólida y sistemas transparentes

Elaboración propia información obtenida de las naciones unidas

Capítulo VI. Hipótesis

La participación de gestores de negocios agropecuarios en el diseño, implementación y monitoreo de proyectos vinculados al mercado de bonos de carbono puede convertirse en un factor estratégico para consolidar la acción climática en México y en otros países en

desarrollo. Se plantea que, al profesionalizar la gestión de negocios en el sector agropecuario, estos actores pueden articular prácticas productivas sostenibles con instrumentos financieros y regulatorios, generando beneficios ambientales, sociales y económicos.

En el ámbito productivo, los gestores agropecuarios tienen la capacidad de colaborar en los sistemas rurales mediante la incorporación de prácticas como la agricultura regenerativa, el manejo eficiente de suelos y agua, la reducción de emisiones derivadas de la ganadería y el aprovechamiento de residuos orgánicos para bioenergía. Estas acciones no solo disminuyen la huella de carbono del sector, sino que también permiten que los proyectos agropecuarios sean elegibles para participar en esquemas de compensación y comercio de emisiones, integrándose al mercado de bonos de carbono.

En el ámbito financiero, su papel es clave para garantizar que las reducciones de emisiones sean medibles, reportables y verificables (MRV), condición indispensable para acceder a los mercados internacionales de carbono. Esto abre la posibilidad de que comunidades rurales y pequeños productores accedan a financiamiento climático, al Fondo para el Cambio Climático y a recursos provenientes de la cooperación internacional. De esta manera, los gestores agropecuarios actúan como intermediarios entre los productores locales y los mercados globales, facilitando la inclusión de actores tradicionalmente marginados en cadenas de valor sostenibles.

En el ámbito normativo, la hipótesis sostiene que la integración de gestores agropecuarios en la acción climática multiescalar prevista por la LGCC y en los compromisos internacionales derivados del Acuerdo de París puede generar un modelo de gobernanza más inclusivo. Al vincular la innovación tecnológica, la economía circular y la participación comunitaria, se favorece la transición hacia un desarrollo bajo en carbono, resiliente y socialmente equitativo, en el que el sector agropecuario deja de ser visto únicamente como emisor de gases de efecto invernadero y se convierte en un aliado estratégico para la mitigación y adaptación al cambio climático.

En conjunto, la hipótesis plantea que la presencia activa en el sector público y privado de gestores de negocios agropecuarios en el mercado de bonos de carbono y en las políticas climáticas nacionales puede ser un factor clave para consolidar un modelo de desarrollo rural sostenible, capaz de generar beneficios ambientales globales y al mismo tiempo mejorar las condiciones de vida de las comunidades locales.

Capítulo VII. Resultados y discusión

7.1. Análisis Comparativo de la operatividad de los mercados de Carbono: México frente a las Potencias Globales

El primer hallazgo significativo de esta investigación revela profundas asimetrías estructurales y operativas entre el naciente mercado de carbono en México y los sistemas consolidados de la Unión Europea (UE) y China. A través de la revisión

documental de regulaciones vigentes y reportes de mercado del periodo 2023-2024, se ha identificado que, si bien México ha alineado su retórica legislativa con las tendencias globales, la implementación fáctica de sus mecanismos de precio al carbono carece de la profundidad, cobertura y señal de precios necesaria para detonar una descarbonización sistémica, a diferencia de lo observado en las jurisdicciones de referencia. A continuación, se desglosan estas diferencias en tres dimensiones críticas: arquitectura normativa, alcance sectorial y dinámicas económicas.

1.1. Asimetrías en la Normativa y Madurez Institucional

La comparación del marco legal evidencia que la madurez institucional es el principal factor diferenciador. Mientras que la Unión Europea opera bajo la Fase 4 de su Sistema de Comercio de Emisiones (EU ETS), respaldado por directivas vinculantes y un mecanismo de ajuste fronterizo (CBAM) que protege su competitividad industrial, México se encuentra en una transición prolongada y burocrática entre una fase piloto y una fase operativa que, hasta mediados de 2024, no había terminado de definir sus reglas de asignación completas.

En el caso europeo, la normativa ha evolucionado desde 2005 para eliminar gradualmente los derechos de emisión gratuitos y endurecer el "tope" (cap) anual de emisiones, lo que genera una previsibilidad jurídica a largo plazo para los inversionistas. Por el contrario, en México, la operatividad del Sistema de Comercio de Emisiones (SCE) se rige aún por acuerdos preliminares y bases de prueba derivadas de la Ley General de Cambio Climático, lo que genera incertidumbre jurídica. China, por su parte, aunque inició su mercado nacional apenas en 2021, ha logrado consolidar un sistema centralizado de reporte y verificación (MRV) con una velocidad de implementación superior, apoyado por una estructura de mandato estatal directo que contrasta con el enfoque fragmentado de gobernanza ambiental en México.

El siguiente cuadro resume las divergencias regulatorias clave identificadas:

Tabla 2 Comparativa de instrumentos regulatorios y estatus operativo (2024)

Variable	Unión Europea (EU ETS)	China (National ETS)	México (SCE)
Instrumento Legal Base	Directiva 2003/87/CE (y reformas 'Fit for 55')	Medidas Administrativas para el Comercio de Emisiones (2021)	Ley General de Cambio Climático y Bases del Programa de Prueba

Estatus Actual (2024)	Fase 4 (Operación Plena y Madura)	Fase Operativa (Expansión Sectorial)	Transición a Fase Operativa (Retraso Regulatorio)
Gobernanza	Centralizada (Comisión Europea) + Registros Nacionales	Ministerio de Ecología y Medio Ambiente (MEE)	SEMARNAT (Gestión Central) + COCOSCE (Consultivo)
Mecanismo de Ajuste	Reserva de Estabilidad del Mercado (MSR) para controlar superávit	Ajuste ex-post basado en intensidad de emisiones	Reserva de derechos (aún no plenamente activada)
Vinculación Internacional	Vinculado con Suiza; implementación de CBAM	Explorando vinculaciones regionales	Sin vinculación actual (potencial con California/Québec)

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Banco Mundial (2024) e ICAP Status Report (2024).

La "Reserva de Estabilidad del Mercado" de la UE es un mecanismo sofisticado que retira o inyecta derechos para evitar que el precio caiga demasiado o suba excesivamente, garantizando una señal de precio robusta. México carece de un mecanismo automático equivalente de estabilización de precios en su regulación actual, lo que expone al mercado a una alta volatilidad o, peor aún, a la irrelevancia por falta de liquidez una vez que opere plenamente.

1.2. Diferenciación en los Mecanismos de Cobertura y Alcance Sectorial

El análisis de los sectores regulados demuestra que las potencias mundiales han transitado hacia una cobertura económica amplia, mientras que México mantiene un enfoque conservador centrado exclusivamente en grandes emisores estacionarios. La Unión Europea ha ampliado su SCE para incluir no solo energía e industria pesada, sino recientemente al sector de aviación (intra-europea) y transporte marítimo, y discute la inclusión de edificios y transporte terrestre en un "ETS 2".

En contraste, el SCE mexicano establece un umbral de regulación alto: solo participan instalaciones que emiten más de 100,000 toneladas de CO₂ equivalente al año. Esto excluye a una vasta franja de la industria mediana y al sector transporte, que es uno de los mayores contribuyentes a las emisiones nacionales. China, aunque comenzó solo con el sector eléctrico, este por sí solo abarca más de 4,500 millones de toneladas de CO₂, eclipsando el volumen total del mercado mexicano y

europeo combinados, y tiene planes firmes de expandirse al cemento y aluminio en el corto plazo.

Esta limitación en el alcance sectorial mexicano reduce la eficiencia del mercado, ya que disminuye las opciones de abatimiento de costos marginales entre diferentes industrias. Al haber menos participantes y sectores, la liquidez del mercado se ve comprometida.

Tabla 3 Alcance sectorial y Umbrales de regulación

Característica	Unión Europea (EU ETS)	China (National ETS)	México (SCE)
Cobertura de Emisiones	~40% de las emisiones totales de la UE	~40% de las emisiones totales de China (solo energía)	~40% de las emisiones nacionales (teórico)
Sectores Regulados	Energía, Industria intensiva, Aviación, Marítimo.	Generación de Energía (Cemento y Aluminio en proceso).	Energía e Industria (Automotriz, Cemento, Vidrio, Acero, etc.).
Umbral de Inclusión	Instalaciones > 20 MW de potencia térmica.	Emisores > 26,000 tCO ₂ /año.	Emisores > 100,000 tCO ₂ /año.
Gases Cubiertos	CO ₂ , N ₂ O, PFCs.	Principalmente CO ₂ .	Solo CO ₂ en fase actual.
Enfoque de Tope	Tope absoluto (Absolute Cap) que decrece anualmente.	Tope basado en intensidad (Intensity-based Cap).	Tope absoluto (definido, pero con asignación gratuita alta).

Fuente: *Elaboración propia con datos de ICAP (2024) y SEMARNAT.*

Es crucial destacar la diferencia en el "Enfoque de Tope". La UE reduce su tope absoluto cada año (factor lineal de reducción), forzando la escasez. México y China (en sus inicios) han optado por asignaciones gratuitas generosas para evitar fugas de carbono y proteger la industria, lo que, según la teoría económica, debilita el incentivo para innovar si las empresas reciben derechos suficientes para cubrir sus emisiones actuales sin esfuerzo (Banco Mundial, 2024).

1.3. Dinámicas Económicas: Abismo en Precios y Volúmenes de Transacción

La disparidad más alarmante identificada en los resultados es la brecha de precios. El precio del carbono es la señal económica fundamental que dicta si una empresa invierte en tecnología limpia o paga por contaminar. En 2023 y el primer semestre de 2024, el precio de los derechos de emisión en la Unión Europea (EUA) fluctuó entre los 60 y 90 euros por tonelada, un nivel que hace financieramente viable la

implementación de tecnologías costosas como el hidrógeno verde o la captura de carbono.

En México, el precio implícito es drásticamente menor. En el mercado voluntario, los bonos forestales mexicanos se cotizan en un rango promedio de 6 a 10 USD, y el impuesto al carbono (que actúa como un precio piso indirecto) en diversos estados y a nivel federal ronda apenas los 3-5 USD por tonelada. Esta diferencia de más de diez veces en el costo de contaminar explica por qué las empresas europeas están descarbonizando agresivamente sus cadenas de valor, mientras que en México la compra de bonos se percibe más como un cumplimiento de responsabilidad social o un trámite fiscal menor que como una estrategia financiera central.

Tabla 4 Divergencia de precios promedio y volúmenes (2023-2024)

Indicador Económico	Unión Europea (EU ETS)	Mercado Voluntario Global	México (Mercado Voluntario/Impuestos)
Precio Promedio (USD/tCO ₂ e)	\$70 - \$95 USD (Alta volatilidad)	\$4 - \$12 USD (Dependiend o calidad)	\$3 - \$8 USD (Bajo incentivo)
Volumen de Ingresos (Revenue)	> \$40,000 Millones USD anuales (Subastas)	~\$2,000 Millones USD (Global)	Marginal (Ingresos fiscales limitados)
Señal de Inversión	Alta: Impulsa cambio tecnológico profundo.	Media/Baja: Financia proyectos específicos de conservación .	Baja: Costo operativo menor para empresas.
Uso de Compensacione s (Offsets)	Restringido/Prohibid o en el ETS (Fase 4).	Base del mercado.	Permitido hasta 10% del cumplimiento en el SCE.

Fuente: Elaboración propia con datos de Sendeco2, Banco Mundial State and Trends (2024) y Reporte de Mercado Voluntario SEMARNAT (2024).

Un hallazgo crítico es el papel de los "Offsets" (compensaciones). Mientras la UE ha cerrado la puerta al uso de créditos externos (como los forestales) para cumplir con sus metas industriales obligatorias prefiriendo que las industrias reduzcan sus propias emisiones, México permite que hasta el 10% de las obligaciones de las empresas reguladas se cubran con estos bonos. Si bien esto fomenta el mercado

de bonos forestales en el país (sector social), también corre el riesgo de relajar la presión sobre las industrias contaminantes si los bonos son demasiado baratos y abundantes, transfiriendo la responsabilidad de la mitigación de las chimeneas industriales a los bosques comunitarios, a un precio que no refleja el costo social real del carbono.

LITERATURA CITADA

- Bastianin, A., Mirto, E., Qin, Y., & Rossini, L. (2024). What drives the European carbon market? Macroeconomic factors and forecasts. arXiv.
- California Air Resources Board. (2024). California cap-and-trade program. State of California.
- European Commission. (2024). EU emissions trading system (EU ETS). European Union.
- European Council. (2024). Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM). Council of the European Union.
- Gallina, S., & Escobedo-Morales, L. A. (2009). Análisis sobre las Unidades de Manejo (UMAs) de ciervo rojo (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758) y wapiti (*Cervus canadensis* (Erxleben, 1777) en México: Problemática para la conservación de los ungulados nati <https://doi.org/10.1177/194008290900200211>
- Gallina-Tessaro, S., Hernández-Huerta, A., Delfín-Alfonso, C. A., & González-Gallina, A. (2009). Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento. *Investigación ambiental Ciencia y política pública*, 1(2).
- Gobierno de México. (2021). *Programa de prueba del sistema de comercio de emisiones*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Programa de prueba del sistema de

Gobierno de México. (2022). *Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) de México actualizadas 2022*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). <https://www.gob.mx/semarnat>

Gutiérrez, M. E. (2007). *Desarrollo, medio ambiente y relaciones sociales* (Capítulo III). Universidad degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara. Recuperado de <https://ricerca.unich.it/retrieve/handle/11564/687753/125738/Capitolo%20III.pdf>

INECC. (2022). *Quinto Informe de Evaluación del Cambio Climático en México*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). *Climate change 2023: Synthesis report*. IPCC.

International Carbon Action Partnership. (2024). *Emissions trading worldwide: ICAP status report 2024*. ICAP.

IPCC. (2023). *Sixth Assessment Report: Climate Change 2023*. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch>

Labandeira, X., & Linares, P. (2016). El acuerdo de París sobre cambio climático. *Revista Icade. Revista de las Facultades de Derecho y Ciencias Económicas y Empresariales*, 0(97), 11. <https://doi.org/10.14422/icade.i97.y2016.001>

Lupián, L. E. O., & Campos, F. J. A. (2015). Migración y cambio climático en México. *Cimexus*, 10(1), 35-51.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5426054>

Luz Elena Ochoa Lupián & Francisco Javier Ayvar Campos. (2015). Migración y cambio climático en México. *18 DE JUNIO 2015*, X(1), 17.

Márquez-Rosano, Conrado, Sánchez-Reyes, Georgina Alethia, Vásquez Maldonado, Brígido y Legorreta-Díaz, María del Carmen (2022).

Naciones Unidas. (s.f.). El Acuerdo de París [El Acuerdo de París | Naciones Unidas](#)

ONU. (2015). *Acuerdo de París*. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). <https://unfccc.int>

Rontard, B., Reyes Hernández, H., & Aguilar Robledo, M. (2020). Pagos por captura de carbono en el mercado voluntario en México: Diversidad y complejidad de su aplicación en Chiapas y Oaxaca. *Sociedad y Ambiente*, 22, 212-236.

<https://doi.org/10.31840/sya.vi22.2106>

Sanahuja, J. A. (2022). *El Pacto Verde, NextGenerationEU y la nueva Europa geopolítica*.

Fundación Carolina. <https://doi.org/10.33960/issn-e.1885-9119.DT63>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2016, de octubre del). GOBIERNO DE MÉXICO. *Cómo afecta el cambio climático a México*.

<https://www.gob.mx/semarnat/articulos/como-afecta-el-cambio-climatico-a-mexico>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2021). Programa de prueba del sistema de comercio de emisiones. Gobierno de México.

SEMARNAT. (2021). *Informe del Estado del Medio Ambiente en México 2021*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SEMARNAT-INECC-GGGI (2024). Mercado Voluntario de Carbono en México:

Caracterización y resultados de su estudio en territorio: 2024. Ciudad de México

SEMARNAT-INECC-GGGI. (2024). Mercado voluntario de carbono en México:

Caracterización y resultados de su estudio en territorio. Gobierno de México.

The White House. (2022). Inflation Reduction Act guidebook. Executive Office of the

President.

United Nations. (2015). Paris Agreement. United Nations Framework Convention on Climate Change.

Universidad Nacional del Altiplano, & Paricahua Choque, M. (2021). Cambio climático y desarrollo sostenible. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 1(1), 82-90.

<https://doi.org/10.53595/rlo.2021.1.008>

Vivian LOONELA, Stefan DE KEERSMAECKER, & Sara SOUMILLION. (2020, enero 14).

Precisiones sobre el Plan de Inversiones para el Pacto Verde Europeo y el Mecanismo de Transición Justa. *Comisión Europea*.

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/qanda_20_24

Warman, J., Zuñiga, J. I., & Cervera, M. (2021). Análisis de los impactos en las coberturas forestales y potencial de mitigación de las parcelas del programa Sembrando Vida implementadas en 2019. *Retrieved on February, 16(2022)*, 97-122.Ç

World Bank. (2024). State and trends of carbon pricing 2024. World Bank Group.

Zambrano González, K. (2022). *El desafío del cambio climático en el derecho internacional y europeo*.

INDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1 El efecto invernadero	13
Ilustración 2 NDC México	25
Ilustración 3 NDC UNIÓN EUROPEA	27
Ilustración 4 NDC ESTADOS UNIDOS	29
Ilustración 5 NDC CHINA.....	31
Ilustración 6 COMPARATICO DE NDC	32

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Comparación entre potencias mundiales y México	37
Tabla 2 Comparativa de instrumentos regulatorios y estatus operativo (2024)	41
Tabla 3 Alcance sectorial y Umbrales de regulación	43
Tabla 4 Divergencia de precios promedio y volúmenes (2023-2024).....	44