

Trabajo Fin de Grado

Análisis del Sistema de Emisiones de CO₂ en
China y sus efectos

*Analysis of CO₂ Emissions Trading System in China
and their effects*

Autor/es

Daniel Luque Valverde

Director

Jesus Valero

Facultad de Economía y Empresa
Grado en Administración y Dirección de Empresas
2025

RESUMEN

El Sistema de Comercio de Emisiones (SCE) se ha consolidado como una de las herramientas más relevantes para la mitigación del cambio climático desde su implantación en Europa en 2005. Su adopción en distintos países ha permitido regular las emisiones mediante mecanismo de mercado, promoviendo la reducción de la huella de carbono y la transición hacia una economía sostenible.

Este estudio tiene como propósito analizar en profundidad el funcionamiento del SCE chino, desde sus programas piloto hasta su sistema nacional, examinando su estructura, operación e impacto dentro del marco de las políticas climáticas de China, el mayor emisor de CO₂ y un actor clave en la agenda climática global. A través de un análisis detallado de su diseño, impactos y evolución, junto con una comparación con el sistema de la Unión Europea, se ha logrado comprender mejor su eficacia, desafíos y perspectivas futuras en la lucha contra el cambio climático.

ABSTRACT

The Emissions Trading System (ETS) has become one of the most relevant tools for climate change mitigation since its implementation in Europe in 2005. Its adoption in various countries has enabled the regulation of emissions through market-based mechanisms, promoting carbon footprint reduction and the transition to a sustainable economy.

This study aims to analyse in depth the functioning of China's ETS, from its pilot programs to its national system, examining its structure, operation, and impact within the framework of China's climate policies, the largest CO₂ emitter and a key player in the global climate agenda. Through a detailed analysis of its design, impacts, and evolution, along with a comparison with the European Union's system, a better understanding has been achieved of its effectiveness, challenges, and future prospects in the fight against climate change.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

CBAM – Mecanismo de Ajuste en Frontera de Carbono

CCER – China Certified Emission Reduction

CDNN – Contribución Determinada a Nivel Nacional

CNY – Yuan chino

CNDR – Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma

CO₂ – Dióxido de carbono

ETS – Emissions Trading System

GEI – Gases de Efecto Invernadero

MDL – Mecanismo de Desarrollo Limpio

MRV – Monitoreo, Reporte y Verificación

PIB – Producto Interior Bruto

PM – Materia Particulada

SCE – Sistema de Comercio de Emisiones

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	2
2. ESTADO DEL ARTE	3
2.1 Historia y evolución de las políticas climáticas en China	3
2.1.1. Desarrollo histórico de la política climática	3
2.1.2 Compromisos climáticos	4
2.2 Sistema de Comercio de Emisiones	5
2.2.1 Definición y funcionamiento	5
2.2.2 Programas piloto regionales del SCE en China	8
2.2.2 Sistema Nacional de Comercio de Emisiones.....	14
3. IMPACTO DEL SCE EN CHINA	19
3.1 Impacto social y medioambiental.....	19
3.2 Impacto económico	23
4. ESTUDIO COMPARATIVO CON LA UNIÓN EUROPEA.....	25
5. CONCLUSIONES	30
6. BIBLIOGRAFÍA	32
7. ANEXOS	38
8. BIBLIOGRAFÍA DE LOS ANEXOS	42

1. INTRODUCCIÓN

Conceptos como cambio climático, efecto invernadero, dióxido de carbono o contaminación no se presentan novedosos para esta generación, la cual ya nació en su mayoría concienciada por un planeta en plena crisis climática desde el siglo XIX, donde las actividades humanas, principalmente la quema de combustibles fósiles, han sido el principal motor del cambio climático.

Sin embargo, profundizar en estos conceptos y en las diferentes vías de actuación es imperativo si queremos dar pasos efectivos hacia la disminución de sus efectos. En este contexto, el Sistema de Comercio de Emisiones (en adelante, SCE) se erige como el mecanismo regulatorio de emisiones más importante a nivel global. A su vez, China, siendo uno de los mayores emisores de CO₂ a nivel global, se presenta como un caso de estudio crucial de este sistema. Analizar sus compromisos actuales, su historia climática y su SCE, tanto a nivel nacional como sus programas piloto, y compararlo con un sistema sólido como el europeo, no sólo nos permitirá entender el impacto de sus políticas internas, sino también su rol en el contexto global actual y futuro de lucha contra el cambio climático.

Además, resulta especialmente relevante centrar el trabajo en un país que, a pesar de su tamaño y relevancia a nivel mundial en cuanto a emisiones de CO₂, no cuenta con una cantidad de información accesible proporcional a su importancia.

Comenzaremos con una introducción general sobre el desarrollo climático de China en las últimas décadas, destacando sus compromisos más relevantes en el siglo XXI. A continuación, explicaremos el funcionamiento teórico del SCE de manera general, para luego centrarnos en el sistema chino a nivel nacional y en sus programas piloto. Posteriormente, analizaremos los impactos sociales, medioambientales y económicos de estos sistemas en China y realizaremos un análisis comparativo con la Unión Europea, el principal SCE, destacando las diferencias, similitudes y las conexiones existentes entre ambos sistemas. Todo lo anterior nos permitirá presentar las principales conclusiones obtenidas, junto con una reflexión crítica sobre los aprendizajes y limitaciones encontrados y, finalmente, posibles líneas de trabajo para futuras investigaciones en este ámbito.

2. ESTADO DEL ARTE

2.1 Historia y evolución de las políticas climáticas en China

2.1.1. Desarrollo histórico de la política climática

La transformación hacia el mayor estado socialista del mundo, la segunda economía más grande después de los EE. UU, aunque varios economistas proyectan que China superará a EE. UU. como la mayor economía del mundo en la próxima década (*Nikkei Asia*, 2023; Singh, 2022) y el segundo país más poblado del mundo con 1.400 millones de habitantes, justo por detrás de la India, comienza tras el lanzamiento de la política de “reforma y apertura” (改革开放, en chino) en 1978, introducida por Deng Xiaoping, tras la muerte de Mao Zedong. Desde entonces, el crecimiento del PIB de China ha promediado casi un 10% anual, resultando en un aumento de casi 100 veces en cuatro décadas. (Véase *anexo I*)

Así arrancó China hacia una explotación intensiva de los recursos, en el que el rendimiento económico ha sido más importante que la conservación de la naturaleza, el bienestar de su población o el respeto a los derechos humanos. En este trayecto, la energía juega un papel crucial, ya que este impresionante nivel de actividad industrial demanda un consumo energético muy elevado.

En sus inicios, China enfocó su atención al cambio climático en cuestiones científicas, lideradas por la Comisión Estatal de Ciencia y Tecnología. En los años 90, participó en las negociaciones de la UNFCCC, defendiendo el principio de "responsabilidades comunes pero diferenciadas" lo que luego influiría en el Protocolo de Kioto. La participación del primer ministro Li Peng en la Cumbre de la Tierra en 1992 marcó el inicio del compromiso diplomático chino en temas climáticos. (Y. Qi & Wu, 2013)

En 1997, China firmó el Protocolo de Kioto sin restricciones de emisiones, un tema que se abordará en la siguiente sección.

En el 10º Plan Quinquenal (2001-2005), el cambio climático fue mencionado por primera vez, aunque sin objetivos específicos de eficiencia energética. Sin embargo, se estableció el

primer objetivo vinculante de reducción del 20%, distribuido a nivel provincial, municipal y local, con obligaciones también para grandes empresas (Y. Qi & Wu, 2013)

Posteriormente, durante el 12° Plan Quinquenal (2011-2015), se estableció por primera vez un objetivo explícito relacionado con el cambio climático: reducir en un 17% las emisiones de carbono por unidad de PIB en comparación con los niveles de 2010 (Williams, 2011). Además, como se explicará más adelante, se introdujo en 2013 y 2014 una herramienta clave para las políticas actuales y futuras de China: el SCE.

Finalmente, el 13° Plan Quinquenal (2016-2020) incluía objetivos ya expuestos y acordados en el Acuerdo de París en diciembre de 2015. Alineado con el Acuerdo, el plan establecía metas de reducción en la intensidad de carbono por unidad de PIB en un 18% y el aumento de la proporción de energías no fósiles en el mix energético. Además, el país reafirmó su compromiso de alcanzar el pico de sus emisiones antes de 2030 y la neutralidad de carbono¹ para 2060 (Asia Society Policy Institute, 2023). Actualmente China se encuentra en el ocaso del 14° Plan Quinquenal (2021-2025), que terminará este año.

2.1.2 Compromisos climáticos

La condición de ser el principal emisor de CO₂ a nivel global, siendo responsable de aproximadamente el 30.1% de las emisiones totales de carbono (European Commission. Joint Research Centre. & IEA., 2024) junto a la constante presión internacional en las últimas décadas, pone de manifiesto la gran importancia para el planeta de que China se comprometa a compromisos en materia de cambio climático. De todos los compromisos en la historia moderna de China podemos destacar el Protocolo de Kioto en 1997 (Si bien tomó efecto en febrero de 2005) y el Acuerdo de París en 2016, tanto por su importancia a nivel global como por su repercusión en la política ambiental y sus impactos de largo alcance para la economía y sociedad china.

El Protocolo de Kioto fue el primer instrumento del derecho ambiental internacional que estableció objetivos de emisiones vinculantes en más de 190 países. La condición de país en

¹ Concepto que refleja un balance neto cero de emisiones, debido a que la cantidad de CO₂ que se libera a la atmósfera es la misma que se elimina a través de diferentes métodos. La forma más recomendada es no emitir más CO₂ del que el ecosistema puede absorber de forma natural (Parlamento Europeo, 2023).

desarrollo y no como desarrollado, lo que les situaba en el anexo dos del protocolo, le dio al gigante asiático la ventaja de no estar limitado por las condiciones firmadas y, por tanto, sentirse libre en desarrollar su crecimiento económico por encima de cualquier emergencia climática. A pesar de no estar comprometido a nada, este protocolo era de vital interés para China, ya que pudo beneficiarse del Mecanismo de Desarrollo Limpio (véase *anexo 2*), uno de los mecanismos flexibles introducidos en Kioto (Bland, 2023).

El 30 de junio de 2015, China presentó su Contribución Determinada a Nivel Nacional (en adelante, CDNN) para el nuevo acuerdo vinculante global, el "Acuerdo de París". China se comprometió a limitar el calentamiento global y estableció objetivos para 2030. Entre ellos, alcanzar el pico de emisiones de CO₂ hacia 2030, con esfuerzos para lograrlo antes, y reducir la intensidad de carbono (emisiones de CO₂ por unidad de PIB) entre un 60 % y un 65 % respecto a 2005. Este compromiso se reforzó en 2020, cuando el presidente Xi Jinping anunció en la ONU que China alcanzaría su pico de emisiones antes de 2030 y lograría la neutralidad de carbono antes de 2060 (Carbon Brief, 2023).

Pero ¿realmente se están alcanzando los objetivos prometidos? Myllyvirta y Schaepe (2024) aseguran que *“China debe establecer un objetivo ambicioso pero alcanzable de reducir las emisiones al menos un 30% para 2035 si desea contribuir a que el mundo cumpla con las metas del Acuerdo de París”*. China, responsable del 90% del crecimiento de las emisiones de CO₂ desde la firma del Acuerdo de París, debería alcanzar su pico de emisiones en 2025 y reducir las emisiones de CO₂ en un promedio de 0.5 mil millones de toneladas anuales entre 2030 y 2050 para estar alineada con el objetivo de 1.5°C (2024, p. 2). (Véase *anexo 3*)

2.2 Sistema de Comercio de Emisiones

2.2.1 Definición y funcionamiento

Un SCE es un mecanismo de mercado que tiene como objetivo limitar las emisiones de GEI, como el dióxido de carbono, al establecer un precio para estas emisiones y fomentar su reducción a través de un sistema de permisos transferibles. El gobierno determina la cobertura del sistema en función de la información disponible y los objetivos establecidos.

Para facilitar su implementación, los SCE suelen empezar con una cobertura limitada, expandiéndose gradualmente a más participantes a medida que el sistema se consolida (ESCAP, 2012).

Sobre estos participantes, el gobierno establece un límite (cap) sobre la cantidad total de emisiones que pueden ser emitidas, las empresas reciben asignaciones (permisos) para poder emitir una cantidad específica durante un periodo o fase determinada y están obligadas a pagar por cada tonelada de CO₂ que emitan. Este sistema recompensa a quienes logran reducir sus emisiones, pudiendo vender los permisos sobrantes a las entidades que emiten por encima del límite regulado, permitiendo que los permisos se comercien (trade) entre los participantes del esquema. A su vez, este sistema, por definición, genera reducciones de emisiones siempre que el límite se fije de manera suficientemente estricto y que los emisores regulados se adhieran al esquema sin cometer infracciones significativas (Martin et al., 2016).

Se pueden identificar dos enfoques predominantes a nivel mundial para establecer los límites de emisiones. El primero es el modelo de límite absoluto, utilizado en el SCE europeo, que determina un máximo global de emisiones y distribuye este límite entre los distintos sectores y actores económicos, garantizando que no se sobrepasará una cifra determinada de emisiones. El segundo enfoque es el modelo basado en la intensidad de emisiones, empleado en el SCE de China, que se centra en variables como las emisiones de CO₂ por unidad de PIB o producción. Este modelo limita las emisiones en función de la producción nacional o sectorial. Aunque el enfoque basado en la intensidad es considerado más adecuado para economías en desarrollo debido a su menor coste y facilidad de implementación, también permite un aumento de las emisiones a medida que se incrementan los niveles de producción o el PIB (Maosheng, 2023; S. Qi & Cheng, 2018).

Pero ¿cómo se asignan estos permisos a las empresas? Podemos diferenciar dos métodos principales: subasta y asignación gratuita. Sin embargo, la experiencia internacional indica que es más habitual emplear un modelo mixto que integra elementos de ambos, como el híbrido gradual y el híbrido sectorial.

La subasta consiste en asignar permisos mediante un mecanismo competitivo de licitación. Las empresas interesadas presentan su solicitud por una cantidad específica de permisos y el

precio que están dispuestas a pagar. Tras recibir las propuestas, el regulador procede a vender los permisos a las entidades ganadoras, fijando un precio determinado basado en la oferta y demanda de los permisos. Este sistema facilita la incorporación de los costes de las externalidades de los GEI, evita que las empresas obtengan ganancias excesivas y permite generar fondos que pueden ser destinados a financiar tecnologías limpias (IEA, 2024; S. Qi & Wang, 2013).

La asignación gratuita busca hacer más atractivo un SCE en países en desarrollo, proporcionando permisos iniciales sin coste si no se superan las emisiones asignadas, ayudando a mitigar la "fuga de carbono". Este modelo regula los permisos gratuitos, pero los adicionales dependen de la oferta y demanda del mercado. Existen dos enfoques: uno basado en estándares de referencia (benchmarking), que promueve la innovación y eficiencia, y otro basado en derechos históricos (grandfathering), que es más sencillo, pero no fomenta tanto la innovación y penaliza a quienes invierten en la reducción de emisiones en fases tempranas. Por otro lado, en el sistema de subastas, los permisos se negocian en el mercado primario. Sin embargo, en los sistemas de comercio de emisiones donde los permisos se asignan exclusivamente de manera gratuita, como en el caso del SCE nacional chino, las entidades cubiertas no compran permisos directamente del gobierno a través de subastas, sino que deben recurrir al mercado secundario² para negociar permisos adicionales (IEA, 2024; Pang & Duan, 2016).

Los créditos de compensación (offsets), asociados al SCE, son una herramienta que permiten reducir los costes de cumplir con los objetivos de reducción de emisiones al generar créditos a partir de proyectos fuera de las áreas cubiertas por el límite de emisiones. Estos créditos, como los obtenidos a través de la "Implementación Conjunta" o el "Mecanismo de Desarrollo Limpio" del Protocolo de Kioto, deben ser adicionales, medibles y verificables. Sin embargo, algunos sistemas limitan su uso para evitar que desincentiven la transición hacia energías bajas en carbono, ya que trasladan la reducción de emisiones a otras regiones (ESCAP, 2012).

² El mercado secundario es el lugar donde se compran y venden valores financieros que ya han sido emitidos previamente en el mercado primario. En otras palabras, es el entorno en el que se intercambian los valores que ya están en circulación (IEA, 2024).

Finalmente, el éxito del SCE depende de un estricto seguimiento y monitoreo por parte de los participantes, quienes deben supervisar sus emisiones, cumplir las normativas y entregar los derechos correspondientes. Auditores independientes suelen verificar este proceso. En países en desarrollo, donde la gestión de datos puede ser limitada, la asistencia técnica de países industrializados es clave. Además, las sanciones, como multas, deben ser lo suficientemente altas para disuadir el incumplimiento. (ESCAP, 2012).

2.2.2 Programas piloto regionales del SCE en China

El MDL y otras herramientas de carbono establecidas en el Protocolo de Kioto dejaron de ser las principales estrategias de China para reducir sus emisiones debido a la drástica caída en los precios de los créditos de carbono y las fuertes restricciones impuestas por la Unión Europea en 2012 y 2013. La falta de compromisos climáticos sólidos durante el segundo periodo del Protocolo de Kioto (2013-2020), sumada a la creciente presión internacional y la ineficiencia de las políticas previas, llevó al gobierno chino a plantear una solución en su Duodécimo Plan Quinquenal, donde propuso la creación de un SCE para desarrollar un mercado de carbono. (Crespo, 2019).

○ Características y diseño

Antes de proponer un sistema de reducción de emisiones a nivel nacional, el cual se esperaba que tuviera un papel muy relevante a nivel internacional, el gobierno chino, a través de la CNDR puso en marcha en 2013 y 2014 un programa piloto en siete áreas³ administrativas diferentes, incluyendo cinco ciudades: Pekín, Tianjin, Shanghái, Shenzhen y Chongqing, y dos provincias: Cantón y Hubei. (Véase *anexo 4*)

Podríamos pensar que el área que representa las áreas piloto respecto al total de China es pequeña, pero, representaba el 11,4% de las emisiones totales al momento de completar la implementación en las siete regiones en 2014 (J. Zhang et al., 2017) y una gran proporción del PIB, energía y población que podemos observar en la siguiente tabla (*Tabla 2.1*) junto a

³ En 2016 se incorporó el SCE de Fujian a los programas piloto. Esta provincia del sureste de China incluye alrededor del 50% de las emisiones regionales en su sistema, abarcando 300 empresas de los sectores industrial y de aviación doméstica (ICAP, 2016).

otros índices clave de cada región y sus respectivos porcentajes, relevantes al seleccionar las ubicaciones para el programa piloto.

Región	Población (millones) (%)	PIB per cápita (yuan/persona) (%)	Consumo Energético (tce/persona) (%)	Intensidad Energética (tce/10 ⁴ yuan) (%)
Pekín	21.52 (1.58%)	99.163 (197.32%)	3.17 (98.13%)	0.36 (50%)
Tianjin	15.17 (1.11%)	103.715 (206.38%)	5.37 (166.80%)	0.58 (80.56%)
Shanghái	24.26 (1.78%)	97.191 (193.40%)	4.57 (141.75%)	0.53 (73.61%)
Cantón	107.24 (7.87%)	63.258 (125.88%)	2.76 (85.39%)	0.49 (68.06%)
Shenzhen	10.78 (0.89%)	149.564 (297.62%)	3.44 (106.53%)	0.23 (31.94%)
Hubei	58.16 (4.27%)	47.097 (93.72%)	2.81 (87.02%)	0.67 (93.06%)
Chongqing	29.91 (2.20%)	47.704 (94.93%)	2.87 (88.92%)	0.68 (94.44%)
China	1,362.46 (100%)	50,254 (100%)	3.23 (100%)	0.72 (100%)

Tabla 2.1 – Características económicas y energéticas básicas de los programas piloto en 2014 (Fuente: China Statistical Yearbook, 2014)

Se evidencia una distribución desigual del programa piloto de SCE en China, enfocado principalmente en las regiones orientales y centrales, que están más desarrolladas en comparación con el oeste del país. Zhang et al. (2017) también hace hincapié en la intensidad de emisiones de CO₂ mostrada en la *Tabla 2.1*. A primera vista, esta intensidad parece ser inferior a la media nacional y podría no representar al país en su totalidad, sin embargo, es necesario recordar que se calcula en función del PIB (yuan/persona), el cual es superior a la media en casi todas las regiones, lo cual influye en los valores obtenidos.

Los programas piloto reflejan una gran heterogeneidad en sus condiciones económicas y energéticas, adaptándose a las particularidades económicas, demográficas y de emisiones de cada región. Según Zhang et al. (2017) las regiones piloto tienen autonomía para establecer sus propias regulaciones, siempre que sigan las directrices generales de la CNDR. Esta entidad supervisa la planificación y el desarrollo del SCE, mientras que las regiones piloto deciden aspectos específicos como el alcance del sistema, la cobertura de sectores y la distribución de permisos. Las dos caras de la moneda de este factor son las siguientes: Por un lado, Zhu et al. (2019) destacan que la diversidad en el diseño y las características de los programas crea amplias oportunidades para la evaluación y el aprendizaje, lo que facilita su

posterior aplicación en el mercado nacional chino y en provincias y municipios vecinos con características similares.

Por el contrario, la falta de uniformidad dificulta tanto la expansión del programa a otras regiones no tan similares como la evaluación de su impacto real, ya que no se consideran las particularidades de cada zona. Por ejemplo, al implementarlo en regiones más pobres del país, sería necesario ajustar aspectos como la cobertura, las sanciones y otros parámetros para diseñar un programa que permita a las empresas cumplir con unos objetivos realistas. Asimismo, el diseño independiente de los programas hace que no sea posible vincularlos entre ellos y, mucho menos, con mercados internacionales, al menos en la fase piloto (S. Qi & Wang, 2013).

○ **Cobertura**

En términos de cobertura de la implantación del SCE, también se ve reflejada la heterogeneidad previamente mencionada. En la siguiente tabla (*Tabla 2.2*) abordamos tanto los sectores cubiertos, el número de entidades que representan estos sectores y el % de emisiones cubierto respecto al total de la región y su evolución en el tiempo.

Región	Sectores cubiertos	Emisiones cubiertas (2013-2014)	Emisiones cubiertas (actualidad)	Número de entidades (2013-2014)	Número de entidades (actualidad)
Pekín	Transporte, industria, energía y construcción	40%	30%	415	909
Tianjin	Industria y energía	60%	50%	114	154
Shanghái	Transporte, industria, energía, construcción, transporte marítimo y aviación	57%	36%	191	357
Hubei	Industria y energía	33%	50%	138	343
Cantón	Industria y aviación	58%	40%	202	415
Chongqing	Industria y energía	39.5%	40%	242	308
Shenzhen	Transporte, Industria, energía y construcción	40%	50%	635	680

Tabla 2.2 – Evolución de la cobertura del programa en los pilotos de carbono en China (Fuente: elaboración propia a partir de datos de (ICAP, 2024; Li et al., 2022; J. Zhang et al., 2017)

A primera vista, puede parecer contradictorio que el número de empresas participantes haya aumentado en todas las regiones mientras que, en 5 de los 7 programas piloto, el porcentaje de emisiones cubiertas ha disminuido significativamente. Esto se debe a dos razones: la inclusión de nuevas empresas con menores emisiones, ya que las autoridades ampliaron el alcance de los programas piloto para sectores adicionales y pequeñas empresas, lo que no incrementa significativamente las emisiones totales cubiertas, y la migración de grandes emisores del sector energético al SCE en 2021, lo que dejó a los programas piloto con empresas de menores niveles de emisiones y explica la disminución del porcentaje de emisiones cubiertas a pesar del aumento de participantes (J. Zhang et al., 2017).

- **Límite total y asignación de emisiones**

Aunque China estableció metas económicas y objetivos de reducción de CO₂ basados en la intensidad a nivel nacional y regional durante el 12° y 13° Plan Quinquenal, casi todos los programas piloto, salvo Shenzhen, optaron por un límite absoluto para reducir costes administrativos y evitar la complejidad del sistema. Asimismo, la mayoría de los programas, excepto Chongqing y Shenzhen, utilizan un enfoque “top-down” para fijar los límites de emisiones y la asignación desde los niveles superiores de la administración, asegurando el cumplimiento de los objetivos económicos. En este modelo, asociado al límite absoluto, los objetivos de emisiones se reparten entre los sectores del SCE y los sectores externos, distribuyéndose los permisos según previsiones económicas, potencial de reducción y factores políticos (Pang & Duan, 2016). Chongqing adopta un enfoque “bottom-up”, permitiendo que las empresas soliciten permisos con una perspectiva más liberal para facilitar la recopilación de datos. Shenzhen, en cambio, es el único que aplica un límite de intensidad debido a la incertidumbre en la producción, combinando un enfoque mixto “top-down” y “bottom-up” para determinar su límite y asignación de permisos. (S. Qi & Cheng, 2018).

La asignación de emisiones, estrechamente relacionada con el límite de emisiones, constituye un aspecto fundamental en el diseño del SCE, pues establece las normas para repartir el total de derechos de emisión. En los programas piloto, como se describe en la *Tabla 2.3*, los permisos se distribuyen principalmente a través de la asignación gratuita. La única excepción a este enfoque es la provincia de Cantón, donde se realiza una subasta de una pequeña

cantidad de permisos. Además, es relevante señalar que las regiones de Chongqing y Hubei aplican exclusivamente el método de “grandfathering”.

Región	Benchmarking	Grandfathering	Subasta
Pekín	Nuevos participantes	Entidades existentes	-
Chongqing	-	Todos los sectores	-
Cantón	Electricidad, cemento, hierro y acero	Otros sectores	(2.06% en 2014) (0.51% en 2015)
Hubei	-	Todos los sectores	-
Shanghai	Electricidad, aviación, aeropuertos, puertos	Otros sectores	-
Shenzhen	Electricidad, calefacción, agua y manufactura	Otros sectores	-
Tianjín	Electricidad, calefacción	Otros sectores	-

Tabla 2.3 – Asignación de permisos en los programas piloto (Fuente: Zhang et al., 2017)

Esta asignación gratuita puede ser más favorable en contextos iniciales de un SCE, evitando una posible fuga de carbono a otros países vecinos y asegurándose de que las empresas no enfrenten una carga económica excesiva al inicio del sistema. Sin embargo, en una economía en constante crecimiento, esta asignación ha conllevado un superávit de permisos en muchas fases de los programas piloto debido a proyecciones económicas inexactas y ha desincentivado el ajuste a los objetivos climáticos y la inversión en tecnologías más limpias (J. Zhang et al., 2017).

Por último, como herramienta adjunta al SCE para facilitar a las empresas la gestión y el cumplimiento de sus restricciones de emisiones, se encuentra el mecanismo de compensación de Créditos de Reducción de Emisiones Certificadas de China (CCER, por sus siglas en inglés: China Certified Emission Reduction). Previo a la implementación de los programas piloto, fue lanzado en 2012 y ofrecía flexibilidad al permitir el uso de créditos provenientes de invertir en proyectos de reducción de emisiones, como los de energías renovables y reforestación. Esta compensación ha oscilado entre un 5 y un 10% en los programas piloto; sin embargo, su baja actividad comercial en este recurso hizo que se suspendieran desde 2017 hasta enero de 2024 (China Certified Emission Reduction (CCER) Program, 2024).

- **Mecanismo de precios**

Desde su lanzamiento en 2013 y 2014, la mayoría de los programas piloto han mostrado una mínima evolución. Pekín se ha erigido como el mercado más grande y con mayor precio, llegando a alcanzar picos de casi 152,66 CNY/ton CO₂ (19,92 euros) en 2023, superando cualquier precio del mercado nacional hasta la fecha.

En el largo plazo el precio de las asignaciones está determinado por la oferta y la demanda y tiende a estabilizarse. Podríamos pensar que esta estabilización ha sido constante y progresiva ya que el precio medio en el momento de la implementación de los programas era 40,76 CNY/ton CO₂ (5,07 euros), aumentando levemente solo hasta los 53,49 CNY/ton CO₂ actualmente (6,98 euros) (ICAP, 2024). Sin embargo, a corto plazo, los precios en los mercados piloto han experimentado una gran volatilidad debido a la escasa liquidez y a la casi total ausencia de un sistema de subastas. Esto ha afectado la estabilidad del mercado secundario, manteniendo los precios en niveles bajos (en ocasiones incluso por debajo de los 17,11 CNY/ton CO₂, es decir, 2 euros) y reduciendo su competitividad a nivel global. El precio del carbono está fuertemente influenciado por el contexto específico y el diseño de las políticas energéticas de cada programa piloto, las cuales, en constante modificación, obliga a los participantes a suspender las transacciones actuales y esperar políticas más favorables, afectando a la liquidez y provocando fluctuaciones (Campiglio, 2015; Tan & Wang, 2017).

- **Monitoreo, Reporte y Verificación**

La autonomía otorgada por el gobierno central a los programas piloto también se refleja en el Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) y en los mecanismos de cumplimiento de estos programas. Debido a la falta de un documento nacional que orientara los programas piloto, cada región diseñó sus directrices de MRV de manera independiente, utilizando un enfoque indirecto basado en factores de emisión, que relaciona actividades específicas con la cantidad estándar de CO₂ emitido. Este enfoque es adecuado para los programas piloto en China, ya que es fácil y económico de implementar, permitiendo una rápida puesta en marcha mientras se busca mejorar la precisión y avanzar hacia un sistema directo de monitoreo en tiempo real (L. Zhang et al., 2018).

Bajo el sistema de MRV, todas las entidades sujetas al SCE están obligadas a reportar sus emisiones de forma anual, y sus informes son evaluados y validados por una entidad independiente⁴ acreditada, designada por el gobierno local. La NDRC es responsable de revisar los datos reportados sobre emisiones de carbono cada año y de resolver posibles inconsistencias para que el comercio de derechos se base en reducciones verificables y creíbles (J. Zhang et al., 2017).

Desde la implementación de los programas piloto, la tasa de cumplimiento, que mide el grado en que las empresas reguladas cumplen las entregas de sus permisos necesarios para cubrir sus emisiones, ha sido muy alta y estable en términos generales, en parte debido a la gran oferta de permisos en el mercado y a la ayuda desde los gobiernos locales a las empresas reguladas mediante la realización de subastas adicionales de permisos o la ampliación de los plazos establecidos. Ya en el 2015, 4 de las 7 regiones alcanzaron un cumplimiento perfecto mientras que Shenzhen y Tianjin alcanzaron un cumplimiento casi perfecto. Solo Chongqing informó una tasa de cumplimiento algo superior al 70%. Un año después, la tasa promedio de cumplimiento en los programas piloto alcanzó el 99%, un nivel que se ha mantenido de manera constante hasta la fecha (Climate Cooperation China, 2022; J. Zhang et al., 2017).

2.2.2 Sistema Nacional de Comercio de Emisiones

- **Características y diseño**

Ocho años después de la implantación del primer programa piloto, iniciado en Shenzhen en junio de 2013, y de la posterior expansión a otras siete regiones (ICAP, 2024), el tan esperado SCE nacional chino hizo su debut el 16 de julio de 2021, con la asignación gratuita de cuotas, negociados desde la Bolsa de Medio Ambiente y Energía de Shanghái, por un valor de 210 millones de yuanes (27.42 millones de euros), convirtiéndose automáticamente en el mercado de carbono más grande del mundo por volumen, gestionando más de 4 billones de toneladas de CO₂, lo que representa un 40% de emisiones totales del país. Este volumen superó ampliamente al mercado europeo, cuyo límite ese año fue de 1.6 billones de toneladas de

⁴ Solo las empresas de verificación chinas pueden realizar los servicios, lo que dificulta la transparencia y la exactitud de los datos, generando dudas sobre la información disponible. A su vez, algunos pilotos regionales como Shenzhen o Cantón requieren que las empresas seleccionen verificadores y paguen por ella, lo que genera preocupación y dudas sobre la independencia del verificador de terceros. Zhang (2019) expone la alternativa de que el coste de la verificación debería ser fijo y pagado por el gobierno.

CO₂. Sin embargo, a pesar del gran volumen, la liquidez en el mercado nacional es baja y estacional. La mayoría de empresas solo venden o compran permisos para cumplir sus obligaciones de mercado, concentrando las transacciones al final de cada periodo de cumplimiento, generando una actividad comercial desequilibrada durante el año (Reuters, 2021).

- **Cobertura**

Muy lejos de lo esperado, en una primera fase solo se cubrió el sector energético, compuesto por más de 2220 empresas que generan 5Gt de CO₂ por año, responsables del 15% de emisiones globales. Estas empresas, llamadas “entidades clave de emisiones” no fueron seleccionadas al azar, sino que fueron designadas siguiendo el plan de asignación del Ministerio de Ecología y Medio Ambiente de finales de 2020, el cual, en base a las emisiones de GEI en el periodo 2013-2018, incluía a 2225 empresas las cuales también tenían el requisito de mantener permisos de carbono equivalentes, como mínimo, a sus emisiones durante el periodo 2019-2020 para poder ser incluidas en el sistema de SCE. El umbral se fijó en 26.000 toneladas de CO₂ por año por entidad, es decir, 26.000 permisos de emisiones (un permiso por tonelada), determinados en base a los niveles de producción de carbón y gas en las plantas energéticas (Sandalow et al., 2022, p. 94).

Actualmente el SCE chino sigue en una etapa temprana de desarrollo. A corto plazo, se encuentra en funcionamiento de forma paralela con el SCE de los programas piloto desde 2021, cuya cobertura de emisiones alcanza un 43% de media. A medida que se vayan añadiendo sectores al SCE nacional, las entidades de estos sectores serán incorporadas a partir de los mercados regionales (ICAP, 2024).

Sin embargo, el pasado 9 de septiembre de 2024, siguiendo con la hoja de ruta del 14º Plan Quinquenal, el Ministerio de Ecología y Medio Ambiente dio a conocer un borrador destinado a ampliar el alcance del SCE. La propuesta, que se plantea como una prioridad debido a la insuficiente cobertura del sistema y la importancia de descarbonizar otras industrias aparte de la energética, prevé su implementación para 2025 y busca integrar los sectores de cemento, acero y aluminio, lo que supondría la incorporación de 1,500 empresas adicionales al sistema y el incremento de la cobertura total llegando al 60% de las emisiones totales. Con esta expansión, la cual se prevé que aumente la demanda de CCER, se cubrirían

3,000 millones de toneladas más de CO₂, equivalentes al 5% de las emisiones globales (ICAP, 2024).

- **Límite total y asignación de emisiones**

No obstante, el gran problema actual del SCE chino no radica en la cobertura limitada, sino en el modelo de límite total de emisiones.

El sistema de comercio de emisiones (SCE) nacional chino no establece un límite absoluto, sino que funciona con un límite basado en la intensidad, con un enfoque “bottom up”. Esto implica que, por definición, no garantiza una reducción progresiva ni una disminución absoluta de las emisiones de CO₂, ya que un aumento en la producción china podría llevar a un incremento en las emisiones totales. Qi & Cheng (2018) explican que establecer los límites desde un nivel local o sectorial puede generar incoherencias entre la suma de los intereses individuales, el objetivo global del sistema y los objetivos políticos. Finalmente, las diferencias en los criterios establecidos a nivel regional pueden generar desigualdades y otorgar ventajas competitivas a ciertas empresas, desviando el énfasis de la reducción progresiva de emisiones hacia la preservación de la competitividad china.

Resulta llamativo que, tras implementar parcialmente el sistema opuesto en cinco de las siete regiones piloto iniciales, se haya optado por este enfoque a nivel nacional, el cual establece la cantidad de permisos distribuidos dependiendo de la producción efectiva registrada durante el año en curso. Esto da lugar a un proceso de asignación en dos etapas dentro del SCE nacional chino: en la primera etapa de preasignación inicial se emplean niveles de producción históricos, aplicando solo el 70% de estos valores para evitar sobreasignaciones. Estos permisos pueden usarse en el SCE. En la segunda etapa, cuando se obtienen los datos reales de producción, se revisan y se ajustan la cantidad asignada a cada empresa. Si se refleja un excedente, la empresa tiene que devolver estos permisos y, por el contrario, si existe un déficit, el gobierno distribuye más para ajustar la diferencia (Maosheng, 2023).

A medida que el cambio climático se intensifica y China busca alcanzar sus objetivos de carbono, se prevé y se recomienda una transición del método actual a un sistema real de límites absolutos, no en base a su intensidad, optando temporalmente si fuese necesario por un modelo híbrido con características de ambos. Esta transición progresiva es fundamental para establecer vínculos claros entre las metas generales climáticas y las emisiones de

carbono y para convertir el sistema en una herramienta efectiva a largo plazo en China. Sin embargo, esta transformación no es una tarea sencilla ya que requiere una preparación técnica profunda y un compromiso político sólido (H. Liu, 2021; Maosheng, 2023).

En términos de plazos, Maosheng (2023) sugiere una transición en dos fases. En una primera fase de todavía mucha incertidumbre, que abarca de 2026 a 2030, China debería establecer un modelo híbrido, ajustándose cuando sea necesario y estableciendo límites de emisiones a nivel regional para después agregarlos al total del país. En una segunda fase, después de 2030, ya alcanzado el pico de carbono, se podrá establecer un límite absoluto con mayor precisión, basado en las trayectorias de emisiones proyectadas.

Conforme a la asignación de permisos en el sistema nacional, China opta por la asignación gratuita de todos sus permisos hasta el momento, evitando la posible fuga de carbono. Como consecuencia, estos permisos no se consideran instrumentos financieros a efectos legales, ya que no han sido adquiridos mediante subasta, sino asignados de forma gratuita. Sin embargo, el MEE ya ha manifestado su intención de introducir y expandir gradualmente el proceso de subasta, lo que aumentaría la liquidez del mercado, moderando la volatilidad de los precios, ajustando la oferta y la demanda y cuyos beneficios se pueden gastar en otros proyectos climáticos (KraneShares, 2024) (IEA, 2024).

Complementando al SCE, desde enero de 2024, China relanzó el programa CCER con el objetivo de incentivar de acelerar la transición del país hacia la sostenibilidad ambiental y apoyar sus objetivos de neutralidad de carbono. El programa permite una compensación máxima del 5%, permitiendo que las empresas comercialicen créditos provenientes de cuatro sectores: reforestación, energía solar térmica, energía eólica marina y creación de vegetación de manglares. La nueva versión, con un enfoque integral en otros cinco GEI además del CO₂, complementa el SCE, introduciendo una gama más amplia de productos comerciales de carbono (*China Certified Emission Reduction (CCER) Program*, 2024).

- **Mecanismo de precios**

En su interés por desarrollar un mercado competitivo, el precio inicial en su apertura del SCE chino se fijó en 48 CNY/ton CO₂ (equivalente a 6,28 euros), superando el promedio de 40 yuanes por tonelada (5,24 euros) registrado en los programas piloto lanzados anteriormente.

Sin embargo, este precio era significativamente inferior al del SCE europeo, que en ese momento alcanzaba los 50 euros (Reuters, 2021).

En la actualidad, el precio ha duplicado su precio de salida y se sitúa en 98,34 CNY/ton CO₂ (12,87 euros). Aunque sigue siendo considerablemente inferior al precio registrado en el SCE europeo, ya supera las estimaciones realizadas en la última encuesta⁵ sobre precios del carbono en China elaborada por el “Fondo para la Defensa del Medio Ambiente”. Como se aprecia en la siguiente figura (*Figura 2.3*), dicha encuesta proyecta un incremento gradual y sostenido del precio, impulsado por el desarrollo y maduración del mercado, así como por la prevista ampliación de la cobertura (Environmental Defense Fund, 2022).

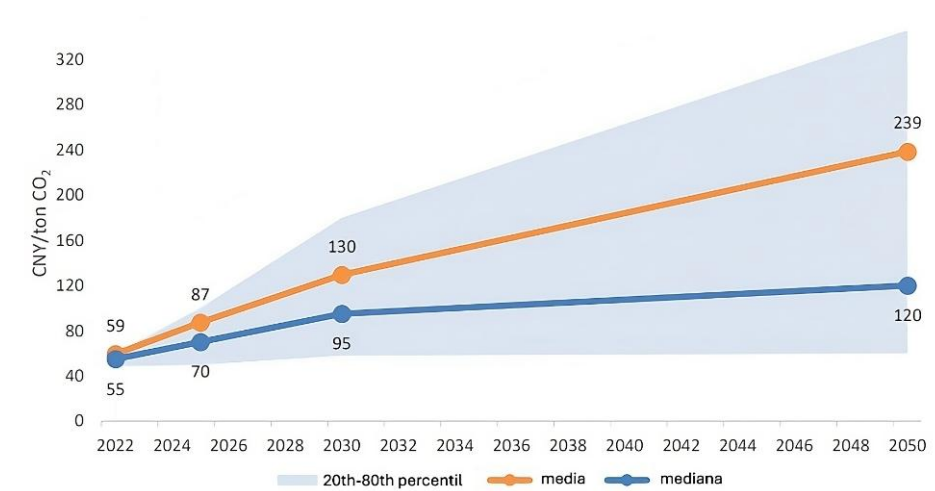


Figura 2.3 – Proyección del precio en el mercado nacional de carbono chino hasta 2050. (Fuente: Environmental Defense Fund, 2022)

Monitoreo, Reporte y Verificación

Uno de los aspectos de mayor consenso (Duan & Pang, 2013; L. Liu et al., 2015; Wang & Wang, 2016; D. Zhang et al., 2014) en la investigación del SCE chino era el desarrollo de un marco legal alineado a sus condiciones económicas y un sistema unificado, transparente e independiente de MRV a nivel nacional implementado de manera simultánea y mejorado

⁵ Encuesta anual que recopila las perspectivas de más de 300 representantes clave y actores influyentes de las industrias chinas intensivas en carbono, centrada en el futuro de las políticas de precios al carbono en el país (Environmental Defense Fund, 2022).

gradualmente en el tiempo, aumentando a su vez las sanciones y las multas impuestas para garantizar su eficacia.

A diferencia del MRV en los programas piloto, el período de cumplimiento para la entrega de emisiones no es anual, sino cada dos años. El próximo período de cumplimiento abarcará las emisiones de los dos años anteriores y corresponderá a 2025. La incorporación de tecnología “big data” la cual facilita una supervisión integral y constante de todos los procesos y la creación de mecanismos de cumplimiento flexible para las entidades afectadas por la pandemia, ha permitido alcanzar, desde marzo de 2023, una tasa de cumplimiento del 100 %. Esto representa un avance respecto a los niveles más recientes de cumplimiento, que alcanzaron el 99.61 % en 2021 y el 99.88 % en 2022 (MEE.gov, 2024).

Sin embargo, Zhang et. al (2019; 2017) ya señalaban una preocupación que limita la expansión del sistema a otras industrias, la cual surgió en los programas piloto y sigue siendo relevante: la veracidad, la calidad y la difusión de la información y los datos desde los gobiernos y las entidades relevantes en China. Con la intención de abordar este problema, el MEE ha implementado inspecciones anuales desde la creación del SCE nacional con el objetivo de mejorar los reportes de emisiones de las principales compañías. Hasta ahora, se han evaluado 538 empresas en 25 provincias y 73 ciudades, estableciendo 54 sanciones administrativas, con un impacto económico de 1.4 mil millones de CNY (aproximadamente 183.204 millones de euros) en multas y permisos de emisiones cancelados, siendo este avance significativo, pero aún insuficiente (MEE.gov, 2024).

3. IMPACTO DEL SCE EN CHINA

Todo lo anterior cobra sentido solo si realmente se logran conseguir los objetivos climáticos y tener un impacto presente y futuro a nivel social, medioambiental y económico en China, especialmente considerando que el país sigue siendo el mayor emisor mundial, lo que hace que este desafío sea aún más relevante.

3.1 Impacto social y medioambiental

Después de una década de desarrollo, China alcanzó en sus programas piloto resultados significativos que han servido a largo plazo como modelo para el sistema nacional chino y

otros futuros SCE en países en desarrollo. Liu et al (2022) destaca, no solo los resultados a nivel de reducciones de emisiones, sino el marco integral creado y la consolidación del SCE como una realidad para operar de manera efectiva. A su vez, se muestra una tendencia de control significativo de las emisiones y una alta tasa de cumplimiento local, influyendo en la confianza del posterior sistema nacional.

En términos de reducción de emisiones, Liu (2023) demuestra que, desde su implementación en los programas piloto, el SCE ha reducido significativamente las emisiones de CO₂ en un 4.8% de forma heterogénea a lo largo del territorio, centrándose en regiones del este y del centro de China. Esta disminución se debe a la implementación de un control que aborda tanto las emisiones de dióxido de carbono como los contaminantes atmosféricos, acompañado de un incremento en los niveles de producción verde en las áreas piloto, una reducción en la actividad industrial regional y un impulso significativo hacia la modernización y optimización de la estructura industrial. Mientras, a nivel nacional, Zhang & Zhang (2019) ya plantearon un argumento que sigue válido a día de hoy: el efecto de la política de SCE sobre el desarrollo bajo en carbono no es inmediato, sino que tiende a aumentar progresivamente. A medida que se cubran más sectores, el impacto en términos de reducción de emisiones de CO₂ y consumo de energía será más significativo. Por ello, la siguiente figura (*Figura 3.1*) muestra la proyección de emisiones de CO₂ para 2035, considerando diferentes escenarios. Estos incluyen: un escenario base en el que no se hubiera implantado un SCE, un escenario en el que se cumple el objetivo de reducción de intensidad establecidos en las CDNN para 2030, con una reducción de intensidad del 65% respecto a 2005, un escenario en el que se cumple el objetivo de alcanzar el pico de emisiones antes de 2030, y una “ruta coherente” que incluye el cumplimiento de ambos escenarios (IMF, 2024).

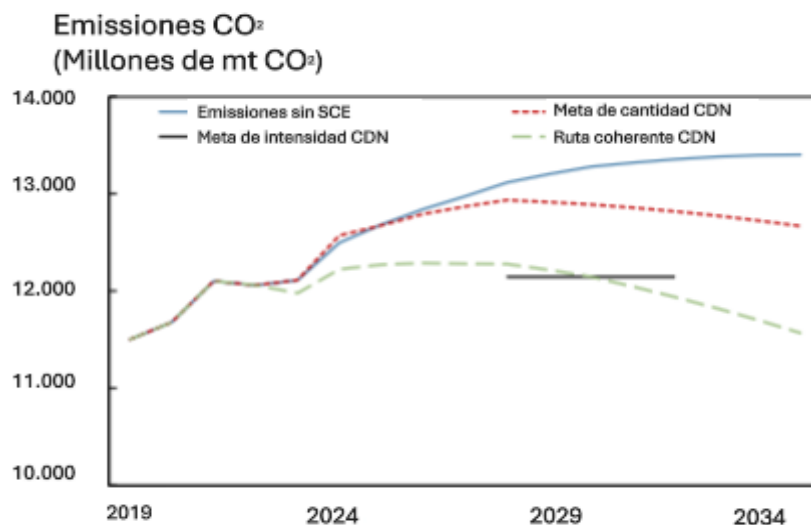


Figura 3.1 - Proyección de emisiones de CO₂ en China (2019-2034) según escenarios sin SCE y metas de las CDN: intensidad, cantidad absoluta y ruta coherente. (Fuente: elaboración propia a partir de IMF, 2024)

Actualmente, bajo el modelo basado en la intensidad, con una cobertura limitada al sector energético, se proyecta una reducción de emisiones del 15% para 2030, año previsto por la CDNN para cumplir sus objetivos. Con cualquiera de las reformas planteadas, como un escenario de subasta parcial de derechos de emisión, un escenario en el que se introduce un límite absoluto o por último, la ampliación de la cobertura a nuevos sectores industriales en el SCE, la reducción de emisiones en este sector se mantiene en los mismos niveles (IMF, 2024).

A su vez, el SCE no solo promueve el desarrollo de procesos de ahorro energético y reducción de emisiones, sino que también estimula colateralmente la gobernanza ambiental y ecológica, con mayor impacto en las ciudades orientales del país. En este contexto, destaca un notable aumento en las inversiones en energías renovables, tanto solar como eólica, impulsado principalmente por la transición hacia una matriz energética más limpia. Este incremento se debe, en gran medida, a la previsibilidad de realizar inversiones a gran escala como estrategia para asegurar la competitividad futura y el cumplimiento de las regulaciones del SCE. La estabilidad del mercado de carbono también ha favorecido una mayor inversión en energías limpias, al garantizar tanto el cumplimiento normativo como la viabilidad competitiva a largo plazo. Como resultado, la producción en 2024 de energía solar aumentó un 44%, mientras que la eólica subió un 24%, superando las proyecciones previas (Z. Liu et al., 2023).

Otro efecto colateral en la reducción de emisiones de CO₂, es la disminución de dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno y otros contaminantes del aire y, por tanto, mejora la calidad del aire y de la “materia particulada” 2.5 (PM, por sus siglas en inglés), partículas finas con un diámetro inferior a 2,5 micras, asociadas con varios trastornos de salud, incluyendo enfermedades respiratorias y cardiovasculares. (Sun & Cao, 2023). Liu (2023), basándose en el análisis de los beneficios complementarios del SCE en 281 ciudades de China, expone el efecto significativo de control sinérgico que tiene el SCE, es decir, demuestra que el programa piloto de este esquema puede reducir las emisiones de CO₂ al mismo tiempo que controla otros contaminantes atmosféricos. Los resultados muestran que, actualmente, la política de comercio de carbono en China contribuye de manera significativa a la disminución de los contaminantes del aire con una tasa de reducción aproximada del 6,91%.

La calidad del aire, y en particular la concentración de PM 2.5, influye profundamente en la calidad de vida de la población china en todos los aspectos. Asimismo, tiene un impacto significativo tanto en la productividad de los trabajadores como en los costes de atención médica. Aunque ha mostrado mejoras en los últimos años, se estima que aproximadamente el 99.9% de la población de China sigue viviendo vive en áreas donde la contaminación del aire, medida por la concentración anual promedio de partículas en suspensión (como las partículas PM_{2.5}), supera el límite recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para una exposición segura. Además, la contaminación por partículas finas PM 2.5 ha sido identificada como un factor que contribuye directamente al aumento de las tasas de suicidio en el país. Según Zhang et al. (2024), China, que concentra el 16% de los suicidios globales, ha experimentado un incremento del 25% en las tasas semanales de suicidio relacionado con los efectos fisiológicos directos, el estrés psicológico y factores socioeconómicos. Los avances logrados en la última década en la reducción de los niveles de PM 2.5 han aumentado la esperanza de vida de la población china en 2,2 años (AQLI, 2024). Además, solo en los primeros cinco años de este esfuerzo (2013-2018), la reducción de la contaminación evitó aproximadamente 46.000 muertes, contribuyendo a una disminución del 10% en las tasas de suicidio durante ese período. Sin embargo, los niveles de PM 2.5 volvieron a incrementarse en 2023. Además, en 2024, al menos 10 ciudades no lograron cumplir con los objetivos de reducción establecidos. Este retroceso pone de manifiesto las

dificultades que enfrenta China, como la creciente demanda energética y el rápido crecimiento urbano, para alcanzar los estándares internacionales de calidad del aire.

3.2 Impacto económico

En términos económicos, resulta difícil medir el impacto del SCE en su etapa piloto debido a su bajo volumen acumulado de comercio hasta la implantación del sistema nacional, como podemos observar en la siguiente tabla (*Tabla 3.1*). Hasta la implantación del sistema nacional, los ocho proyectos piloto negociaron un total acumulado de 440 millones de toneladas de CO₂ en permisos, con un valor de 10.47 billones de yuanes (1.5 billones de euros). (H. Liu, 2021). Sin embargo, estos números son realmente bajos si los comparamos con el sistema europeo actual, el cual tiene actualmente un volumen de comercio de más de 800 billones de euros al año.

	Oct 2014	Dic 2015	Jun 2016	Sep 2017	Nov 2017	Ago 2018	May 2019	Jun 2019	Ago 2020	Oct 2020	Mar 2021
Volumen acumulado de comercio (MtCO ₂ e)	13.75	67	109	197	200	264	310	330	406	434	440
Valor acumulado de comercio (Billones de yuanes)	0.52	2.3	2.99	4.5	4.6	6	6.8	7.1	9.28	9.973	10.47

Tabla 3.1 – Volumen acumulado de derechos de emisión negociados (MtCO₂e) y el valor total de las transacciones (billones de yuanes) de los programas piloto del SCE de China desde 2014 hasta 2021. (Fuente: H. Liu, 2021)

Aunque esta situación cambió al implementarse el SCE nacional chino en 2021, consolidándose como el mercado de carbono más grande del mundo en términos de volumen, su tamaño no se ha traducido proporcionalmente en los beneficios económicos generados hasta el momento. A diferencia de otros mercados principales de carbono, el SCE chino actualmente solo usa como método de asignación la asignación gratuita, reduciendo la presión económica a las empresas por reducir las emisiones y limitando considerablemente los beneficios potenciales del sistema con un método de subasta. Se estima que con solo subastarse el 2% de todos los créditos de carbono en China a 10 dólares (9.59 euros) por tonelada, los ingresos serían de 900 millones de dólares al año (862 millones de euros). Este

aumento en términos de volumen tampoco ha sido traducido en una mayor eficiencia operativa del sistema, debido a las excesivas asignaciones de permisos, su bajo precio poco competitivo y sanciones insuficientes (ICAP, 2024).

En este sentido, en la siguiente figura (*Figura 3.3*) se muestra el aumento proyectado del beneficio y el cambio en el bienestar chino en el escenario actual, así como sus posibles variaciones, como la recién nombrada introducción de la subasta, la expansión de la cobertura y la transición hacia un modelo de límite absoluto.

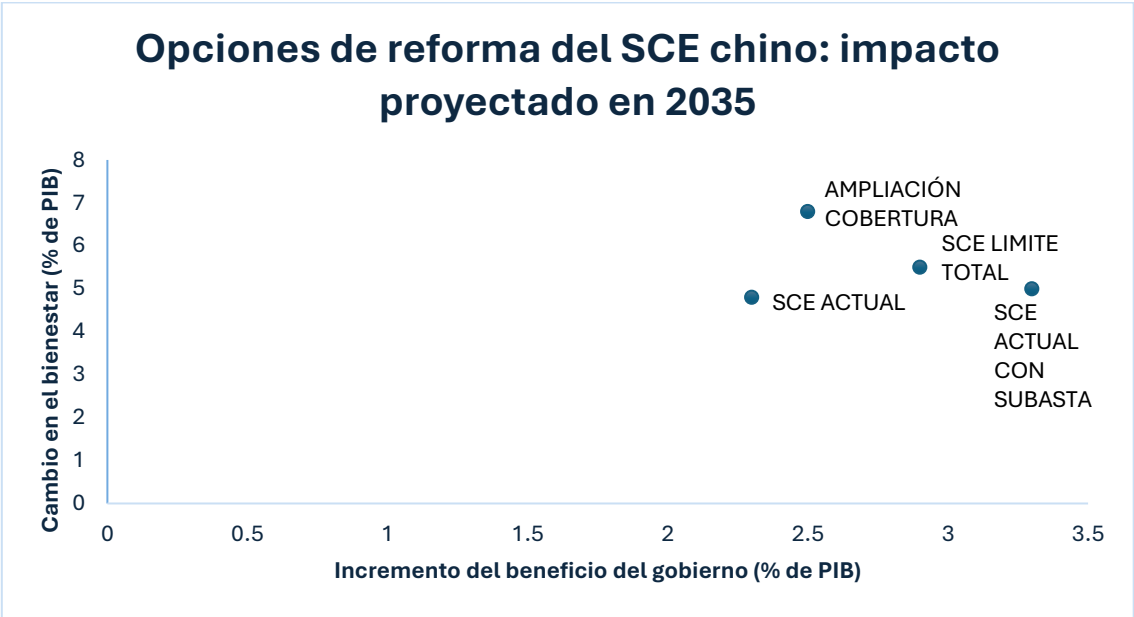


Figura 3.3 – Impacto proyectado para 2035 de las posibles opciones de reforma del SCE nacional chino. (Fuente: elaboración propia a partir de datos de IMF, 2024)

Se observa que las reformas actuales o previstas a corto y medio plazo generarían un aumento tanto en el bienestar social como en los beneficios del SCE. No obstante, en el mejor de los escenarios, este beneficio gubernamental solo crecería un 1% en el transcurso de una década con la implementación de la subasta como método de asignación. Es importante señalar que el gráfico analiza los impactos de cada reforma de manera aislada. Sin embargo, la combinación de varias reformas, como se planea, podría incrementar significativamente este porcentaje.

El SCE no solo impacta el bienestar y los ingresos gubernamentales, sino también a todos los sectores incluidos, especialmente a las pequeñas empresas y las no estatales, que son más

vulnerables a las políticas de reducción de carbono. Esto lleva a muchas de estas empresas, sobre todo en las regiones industrializadas de China, a reducir su producción a corto plazo en lugar de innovar, lo que puede afectar su flujo de caja y la inversión en I+D. Sin embargo, con la implementación del SCE a nivel nacional, se ha observado un aumento en la innovación verde, con un crecimiento del 6.72% en cantidad y un 9.1% en calidad, impulsado por mayores inversiones en I+D y concentración en la propiedad (Zhao et al., 2025).

4. ESTUDIO COMPARATIVO CON LA UNIÓN EUROPEA

○ Características y diseño

De entre los 36 sistemas de comercio de emisiones en funcionamiento a nivel mundial y otros 22 en distintas fases de desarrollo, el más relevante es, sin duda, el Sistema de Comercio de Emisiones (ETS, por sus siglas en inglés) de la Unión Europea, pionero en 2005 en la implementación de este tipo de sistemas y el cual sirve como caso de estudio notable al ser el mercado más consolidado y funcional, sirviendo como referencia para otros mercados de carbono y siendo hasta la fecha un pilar central de la política climática europea.

Al momento de su implementación, el ETS de la Unión Europea cubría el 5% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero. Desde entonces, ha pasado por varias reformas y expansiones, ajustándose constantemente a las metas de reducción de emisiones del bloque. Durante su primera fase de tres años (2005-2007), se utilizó como programa piloto para preparar su implementación a mayor escala en la segunda (2008-2012) y tercera fase (2012-2020), una estrategia similar a la adoptada posteriormente por China (ICAP, 2024; Shang & Tang, 2022)

La expansión y las reformas continuas del sistema han convertido al ETS europeo en un mercado extenso e integrado, lo que no solo representa una oportunidad para liderar la transición hacia una economía más sostenible, sino que también facilita la gestión eficiente de grandes volúmenes de emisiones (Shang & Tang, 2022). En cuanto a esta evolución, las emisiones reguladas por el ETS han disminuido un 47,6% en comparación con los niveles de 2005. Además, hasta la fecha, el sistema ha recaudado más de 200.000 millones de euros, los cuales se han destinado principalmente a los presupuestos nacionales de los Estados

miembros para financiar la lucha contra el cambio climático. Asimismo, una parte de estos fondos se ha destinado a iniciativas clave como el Fondo de Innovación, el Fondo de Modernización y el Fondo de Recuperación y Resiliencia (European Comission, 2024).

Cobertura

Una de las diferencias más notables entre sistemas es la cobertura. En la siguiente tabla (Tabla 4.1) se abarcan los cuatro periodos del ETS hasta la fecha, evidenciando una ampliación progresiva a medida que el sistema ha ido madurando, tanto en el número de países participantes como en los sectores incluidos y los tipos de gases regulados. Este enfoque podría servir como referencia para el sistema chino, cuya cobertura actual está limitada al sector energético, fomentando una implementación gradual en términos sectoriales y de gases regulados.

	Primer periodo (2005-2007)	Segundo periodo (2008-2012)	Tercer (2012 – 2020) y cuarto periodo (2021-2030)
Región	Todos los miembros de la UE	Todos los miembros de la UE + Islandia, Noruega y Liechtenstein	Todos los miembros de la UE + Islandia, Noruega y Liechtenstein.
Sector	Industrias intensivas en energía, como el aluminio, los metales, el cemento, la cal, el vidrio, la cerámica, la pulpa y el papel	Sectores del primer periodo y aviación comercial	Sectores del segundo periodo, además de productos petroquímicos, captura, almacenamiento de carbono y transporte marítimo (2024)
Emisiones	CO ₂	CO ₂ y óxido nitroso (voluntario)	CO ₂ , óxido nitroso y perfluorocarbonos

*Tabla 4.1 – Evolución de la cobertura del ETS europeo en términos de sectores, regiones y tipos de gases regulados.
(Fuente: elaboración propia a partir de datos de Shang & Tang, 2022)*

En la actualidad, el ETS europeo incluye aproximadamente 10,000 instalaciones pertenecientes a los sectores indicados, lo que supone una cobertura notablemente superior en comparación con las 2,220 instalaciones del sector energético en el sistema chino. No obstante, al examinar el porcentaje de emisiones totales cubiertas por cada esquema, el ETS europeo abarca el 38% de las emisiones generadas mientras que el sistema chino alcanza una cobertura del 40%. Esta diferencia evidencia dos enfoques: el ETS europeo prioriza una cobertura más amplia en términos de instalaciones, mientras que el sistema chino se focaliza

en un sector más limitado, logrando así una mayor proporción de cobertura respecto a sus emisiones totales. Sin embargo, paralelamente al ETS, la prevista implementación del “ETS 2” (véase *anexo 6*) en 2027, como parte del paquete de reformas "Objetivo 55" también hará que se incremente la cobertura en el sistema europeo. Se establecerá un nuevo ETS para los edificios, el transporte por carretera y sectores adicionales, principalmente pequeñas industrias no cubiertas por el ETS actual (ICAP, 2024).

○ **Límite total y asignación de emisiones**

El ETS europeo, opera bajo un esquema puro de “*cap and trade*”. Este modelo establece un límite absoluto de emisiones que ha ido evolucionando desde su implementación. Con la revisión de la Directiva del ETS en 2023, se fijó como objetivo una reducción del 62% en las emisiones para el año 2030, tomando como referencia los niveles de 2005. Inicialmente, adoptaba un enfoque descentralizado, dónde los 25 países miembros del sistema tenían límites nacionales de emisiones. Sin embargo, a partir de la reforma de 2013, el sistema se transformó en uno más centralizado, con la implementación de un límite común de emisiones. Como podemos observar en la siguiente tabla (Tabla 4.2) dicho límite se reduce progresivamente con el tiempo con un factor de reducción, porcentaje que incrementa progresivamente, garantiza una disminución total de las emisiones y obliga a los participantes a alcanzar metas específicas de reducción anual. (ICAP, 2024; Shang & Tang, 2022).

	2013 - 2020	2021 - 2023	2023 - 2027	2028 – en adelante
Factor de reducción	1,74%	2.2%	4.3%	4.4%

Tabla 4.2 – Evolución del factor de reducción del límite de emisiones del ETS europeo desde 2013 hasta 2028. (Fuente: elaboración propia a partir de datos de Shang & Tang, 2022)

Al igual que en el actual SCE nacional de China, que aún se encuentra en una fase temprana, prácticamente todos los derechos se asignaron de manera gratuita mediante el método de "grandparenting" a los participantes durante las dos primeras fases del esquema europeo, basándose en sus condiciones económicas. En la tercera fase, la subasta se convirtió en el método principal para la industria de generación, representando hasta un 57% del límite de emisiones. Este porcentaje se mantiene en la fase actual, la fase cuatro, en la que se hace una

distinción entre los sectores con riesgo de "fuga de carbono" y los sectores menos expuestos. Los primeros recibirán el 100% de su asignación gratuita, mientras que, para los segundos, se prevé una eliminación gradual de la asignación gratuita a partir de 2026, pasando de un máximo del 30% a 0% en 2030. Según cómo evolucione este proceso, podría servir como indicio del rumbo que seguirán las futuras asignaciones de emisiones en China, asegurando que quien emite contaminantes pague por el derecho de hacerlo (European Comission, 2024).

- **Mecanismo de precios**

No ha sido hasta la implementación de nuevas reformas, como la Reserva de Estabilidad del Mercado⁶ (REM), impulsadas en gran parte por el Acuerdo de París en 2015 y la adopción de objetivos más ambiciosos en la UE, que se han dado pasos significativos hacia un precio significativo en el ETS europeo. (Véase *anexo 5*)

En la siguiente figura (*Figura 4.1*) observamos la gran brecha entre ambos sistemas.

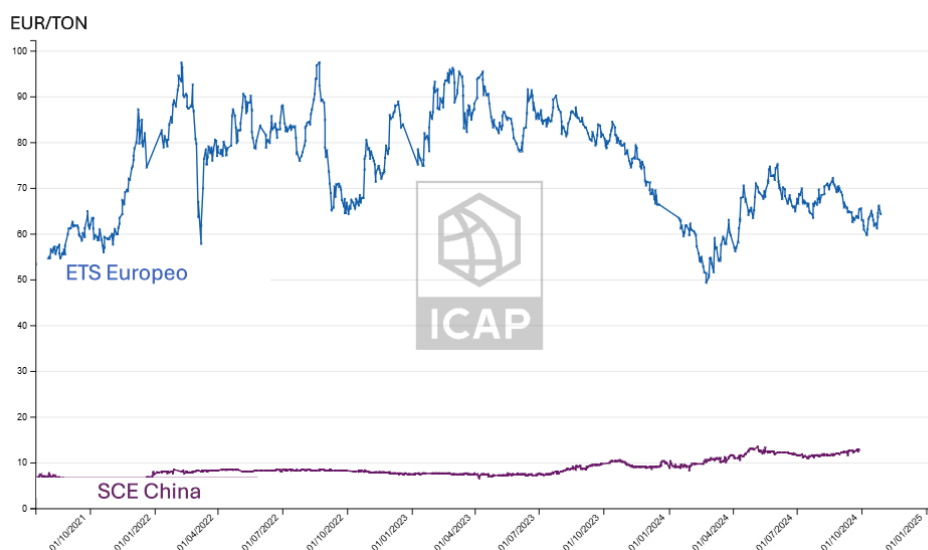


Figura 4.1 – Comparativa de la evolución del precio del carbono desde la implementación del SCE chino hasta la actualidad. (Fuente: ICAP, 2024)

⁶ Mecanismo establecido en 2019 para corregir desequilibrios entre oferta y demanda. Regula la disponibilidad de permisos mediante su retención o liberación según parámetros definidos, fortaleciendo la estabilidad del sistema ante perturbaciones y promoviendo su alineación con otras políticas climáticas (Borghesi et al., 2023).

Se observa que el ETS europeo ha mantenido un precio superior a los 50 EUR/ton CO₂, pese a sus notables fluctuaciones. En contraste, el precio en China, aunque significativamente más estable, ha experimentado un crecimiento extremadamente lento en los tres años y medio desde su implementación. Para 2025 y 2026, los precios proyectados son de 76,88 y 92,48 EUR/ton CO₂, respectivamente, atribuibles a políticas que reducirán la oferta y aumentarán la presión sobre los mercados, como el marco “Objetivo 55” y la implementación del CBAM. Si comparamos estas estimaciones con las previamente analizadas en este trabajo sobre el mercado chino, podemos observar que este aún se encuentra lejos de ser un mercado competitivo a nivel global, con una proyección para ambos años de 11,52 y 12,65 EUR/ton CO₂, aproximadamente 7 veces menos (Reuters, 2024).

- **Tasa de rotación**

Otra diferencia significativa entre mercados es la “tasa de rotación”, término que se refiere al número de permisos que se intercambian en el mercado durante un período de tiempo, en relación con el total de permisos disponibles. Cuando el SCE nacional chino entró en funcionamiento, el ETS europeo ya registraba una tasa de rotación superior al 80 %, lo que evidenciaba un mercado dinámico, una mayor experiencia adquirida tras años de evolución y la implementación de incentivos sólidos. En contraste con la tasa de rotación del 15,75% registrada durante el primer año de funcionamiento del ETS europeo, el SCE chino apenas alcanzó un 3% en 2021. Esto refleja la inmadurez de su mercado, una participación limitada y la falta de incentivos suficientes para el intercambio de permisos, debido a regulaciones más flexibles (Shang & Tang, 2022). No obstante, China ha capitalizado el amplio margen de mejora durante el último ciclo de cumplimiento, donde, con un aumento tanto en el volumen de emisiones negociadas, como en su valor total y la participación, se evidencia una dinámica más activa, lo cual podría llevar a una mejora en la tasa de rotación a medida que el sistema madura. En cuanto a este punto, la primera mitad de 2024 el comercio mensual promedio alcanzó los 3,67 millones de toneladas, registrando un impresionante aumento interanual del 174,9 % en comparación con el 2023, lo que subraya el fortalecimiento del sistema (MEE.gov, 2024).

- **Otras diferencias**

Un elemento clave detrás del éxito del ETS europeo es contar con un sistema financiero cohesionado y avanzado. Al valorar las asignaciones de carbono y otros productos financieros en euros, se facilita el comercio entre todos los Estados miembros sin imponer cargas financieras adicionales. Sin embargo, esta experiencia no es fácilmente replicable en Asia, donde sería mucho más complicado establecer un sistema unificado. Los sistemas financieros en Asia, incluidas las principales economías, carecen de conexión, y la ausencia de una moneda única dificulta el comercio. Asimismo, las diferencias entre los países asiáticos son notables en aspectos como las condiciones económicas, la estructura demográfica y las ventajas industriales. Por ejemplo, mientras India y Vietnam continúan atravesando un proceso acelerado de industrialización, Japón ya se encuentra en una etapa postindustrial. A esto se suma una desigualdad regulatoria y una falta de voluntad política. La prioridad sigue siendo desarrollar los SCE nacionales y, aunque países como China, Japón y Corea del Sur han implementado sistemas nacionales de comercio de emisiones, actualmente no existen planes para establecer un mercado integrado en Asia (Shang & Tang, 2022).

Otro aspecto clave que diferencia a China es la ambición política y ambiental en la reducción de emisiones. Europa busca la neutralidad climática para 2050, diez años antes que China, y reducir las emisiones de GEI en un 55 % para 2030 respecto a 1990, según el paquete "Objetivo 55" de 2021. Este incluye el CBAM, que aplicará un precio al carbono en las importaciones para evitar la fuga de carbono y garantizar estándares ambientales iguales a los nacionales. Su implementación está prevista para 2026, promoviendo una competencia más justa entre productores europeos y exportadores. (China Briefing, 2023).

5. CONCLUSIONES

A lo largo de este análisis, hemos observado una progresión en los esfuerzos de China en materia de cambio climático en los últimos años, con el SCE como pilar fundamental de su política climática. No obstante, esta transformación avanza a un ritmo más lento que el cambio climático, y los progresos alcanzados siguen siendo insuficientes para cumplir los objetivos y compromisos establecidos, tanto a nivel interno como en el ámbito internacional.

Por un lado, el SCE nacional chino ha experimentado una evolución considerable, pasando de programas piloto a un esquema nacional que abarca aproximadamente el 40% de las emisiones del país, convirtiéndose en el mercado de carbono más grande en términos de emisiones reguladas. Sin embargo, aún existen desafíos estructurales que pueden limitar su efectividad y alcance a largo plazo. Para superar estas limitaciones y establecerse como un mercado de carbono líder, no solo entre los países en desarrollo, sino también en el ámbito global, resulta crucial dar prioridad a la implementación de las reformas clave discutidas en este trabajo. Estas reformas son esenciales para aumentar las probabilidades de que China cumpla con sus compromisos climáticos, como alcanzar el pico de emisiones antes de 2030 y lograr la neutralidad de carbono para 2060. Estas medidas incluyen la ampliación de la cobertura del sistema a más sectores, la transición de un límite basado en la intensidad a uno absoluto y la introducción de subastas en la asignación de permisos, con el fin de establecer un precio más competitivo que refuerce los incentivos para la innovación tecnológica y la adopción de energías limpias. Además, resulta fundamental optimizar el sistema de MRV para garantizar una mayor precisión, calidad y accesibilidad de la información y los datos proporcionados por los gobiernos locales y las entidades relevantes en China y evitar el fraude en los datos.

Hasta el momento, los impactos identificados siguen siendo limitados. En sus primeras fases, los programas piloto tuvieron una cobertura restringida y un volumen de comercio bajo, lo que redujo su capacidad para influir en la disminución de emisiones. Más adelante, con la puesta en marcha del sistema nacional, su reciente implementación y la falta de consolidación han dificultado la generación de efectos significativos en el mercado de carbono. Además, evaluar si la reducción de emisiones observada se debe exclusivamente al SCE resulta complejo, ya que en China coexisten diversas políticas climáticas que podrían haber influido en estos resultados de manera simultánea.

Más adelante, al realizar la comparativa con el ETS europeo, se pone en evidencia el futuro potencial, tanto recaudatorio como en cuestión de impacto climático del sistema chino. Muchas de las reformas clave que hemos mencionado ya están plenamente implementadas en el sistema europeo, mucho más restrictivo y eficiente, actuando como un modelo a seguir. De esta manera, se plantea una ruta de aprendizaje y adaptación para optimizar el

funcionamiento del ETS chino y aumentar su impacto en la reducción de emisiones a medida que el mercado se expanda.

Por último, es importante destacar que, al elaborar este trabajo, se ha puesto en evidencia una notable escasez de información detallada sobre el SCE chino, tanto de los programas piloto como de su sistema nacional, a pesar de su relevancia a nivel global. Esta falta de transparencia se refleja tanto en la limitada cantidad de fuentes robustas como en el escaso nivel de detalle proporcionado por las mismas, muchas de las cuales se basan en documentos oficiales muy breves emitidos por el gobierno chino. La dificultad para acceder a información completa y clara no solo representa un desafío, sino que también pone de manifiesto la necesidad de una mayor apertura y precisión en la comunicación de las políticas climáticas de China, considerando su impacto en los esfuerzos globales por mitigar el cambio climático. Sin embargo, esto provoca una necesidad a la vez que una oportunidad clave para seguir investigando y abrir nuevas líneas de trabajo sobre este SCE y el resto de las políticas climáticas china, y su evolución a medio y largo plazo.

6. BIBLIOGRAFÍA

AQLI. (2024). *Home*. Air Quality Life Index. <https://aqli.epic.uchicago.edu/>

Asia Society Policy Institute. (2023). *ASPI Climate Action Brief: China* / Asia Society. <https://asiasociety.org/policy-institute/aspi-climate-action-brief-china>

Bland, T. (2023). *Key Factors Shaping China's Engagement With International Environmental Law* / Asia Society. <https://asiasociety.org/policy-institute/key-factors-shaping-chinas-engagement-international-environmental-law>

Borghesi, S., Pahle, M., Perino, G., Quemin, S., & Willner, M. (2023). The Market Stability Reserve in the EU Emissions Trading System: A Critical Review. *Annual Review of Resource Economics*, 15(Volume 15, 2023), 131-152. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-111820-030145>

Campiglio, E. (2015). Beyond carbon pricing: The role of banking and monetary policy in financing the transition to a low-carbon economy. *Ecological Economics*, 121, 220-230. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.03.020>

Carbon Brief. (2023, noviembre 30). *The Carbon Brief Profile: China*. Carbon Brief. <https://interactive.carbonbrief.org/the-carbon-brief-profile-china/index.html>

Chen, Z., Zhang, X., & Chen, F. (2021). Do carbon emission trading schemes stimulate green innovation in enterprises? Evidence from China. *Technological Forecasting and Social Change*, 168, 120744. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120744>

China Briefing. (2023, abril 26). *EU Carbon Border Adjustment Mechanism Impact on China*. China Briefing News. <https://www.china-briefing.com/news/how-will-the-eu-carbon-border-adjustment-mechanism-impact-china-businesses/>

China Certified Emission Reduction (CCER) Program: Investor Prospects. (2024, mayo 3). China Briefing News. <https://www.china-briefing.com/news/understanding-the-relaunched-china-certified-emission-reduction-ccer-program-potential-opportunities-for-foreign-companies/>

China Statistical Yearbook. (2014). *China Statistical Yearbook-2014*. <https://www.stats.gov.cn/sj/ndsj/2014/indexeh.htm>

China's clean energy trends could cut emissions by 30% in 2035 if sustained. (2024, octubre 3). Centre for Research on Energy and Clean Air. <https://energyandcleanair.org/publication/chinas-clean-energy-trends-could-cut-emissions-by-30-in-2035-if-sustained/>

Climate Cooperation China. (2022). *Status of China's national ETS and regional Emission Trading Pilots—Sino-German Cooperation on Climate Change*. <https://climatecooperation.cn/climate/status-of-chinas-national-ets-and-regional-emission-trading-pilots/>

Crespo, N. R. (2019). *Analysis on China's Emissions Trading System*.

Duan, M., & Pang, T. (2013). *Basic elements of emissions trading scheme / Request PDF*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/304932076_Basic_elements_of_emissions_trading_scheme

Environmental Defense Fund. (2022). *China Carbon Pricing Survey*. <https://www.cet.net.cn/zh>

ESCAP. (2012). *Low carbon green growth roadmap for Asia and the Pacific: Turning resource constraints and the climate crisis into economic growth opportunities*. United Nations. <https://repository.unescap.org/handle/20.500.12870/301>

European Commission. (2024). *Development of EU ETS (2005-2020)—European Commission*. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/development-eu-ets-2005-2020_en

European Commission. Joint Research Centre. & IEA. (2024). *GHG emissions of all world countries*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/4002897>

ICAP. (2016, diciembre 8). *China—Fujian pilot ETS*. <https://icapcarbonaction.com/en/ets/china-fujian-pilot-ets>

ICAP. (2024). *APRIL REPORT 2024 ICAP*. International Carbon Action Partnership.

IEA. (2024, mayo 23). *Enhancing China's ETS for Carbon Neutrality: Introducing Auctioning – Analysis*. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/enhancing-chinas-ets-for-carbon-neutrality-introducing-auctioning>

IMF. (2024). Reform of the Emissions Trading System (ETS) in China. *International Monetary Fund Staff Country Reports*, 2024(276). <https://doi.org/10.5089/9798400285998.002.A003>

KraneShares. (2024). *From Pilot to Powerhouse: The Evolution of China's Carbon Emissions Trading System*. KraneShares. <https://kraneshares.com/from-pilot-to-powerhouse-the-evolution-of-chinas-carbon-emissions-trading-system/>

Li, K., Qi, S.-Z., Yan, Y.-X., & Zhang, X.-L. (2022). China's ETS pilots: Program design, industry risk, and long-term investment. *Advances in Climate Change Research*, 13(1), 82-96. <https://doi.org/10.1016/j.accre.2021.11.002>

Liu, H. (2021, junio 24). *In-depth Q&A: Will China's emissions trading scheme help tackle climate change?* Carbon Brief. <https://www.carbonbrief.org/in-depth-qa-will-chinas-emissions-trading-scheme-help-tackle-climate-change/>

Liu, J., Hou, J., Fan, Q., & Chen, H. (2022). China's national ETS: Global and local lessons. *Energy Reports*, 8, 428-437. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.03.097>

- Liu, L., Chen, C., Zhao, Y., & Zhao, E. (2015). China's carbon-emissions trading: Overview, challenges and future. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 254-266. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.076>
- Liu, Z., Cai, L., & Zhang, Y. (2023). Co-Benefits of China's Carbon Emissions Trading Scheme: Impact Mechanism and Spillover Effect. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(5), 3792. <https://doi.org/10.3390/ijerph20053792>
- Maosheng, D. (2023). *The Transition from an Intensity to an Absolute Emissions Cap in China's National Emissions Trading System*. Asia Society. <https://www.jstor.org/stable/resrep48764>
- Martin, R., Muûls, M., & Wagner, U. J. (2016). The Impact of the European Union Emissions Trading Scheme on Regulated Firms: What Is the Evidence after Ten Years? *Review of Environmental Economics and Policy*. <https://doi.org/10.1093/reep/rev016>
- MEE.gov. (2024). *Mee.gov*. <https://www.mee.gov.cn/>
- Nikkei Asia. (2023). Nikkei Asia, 2023. <https://asia.nikkei.com/Economy/China-s-overtaking-of-U.S.-economy-delayed-to-2033-report-says>
- Pang, T., & Duan, M. (2016). Cap setting and allowance allocation in China's emissions trading pilot programmes: Special issues and innovative solutions. *Climate Policy*, 16(7), 815-835. <https://doi.org/10.1080/14693062.2015.1052956>
- Qi, S., & Cheng, S. (2018). China's national emissions trading scheme: Integrating cap, coverage and allocation. *Climate Policy*, 18(sup1), 45-59. <https://doi.org/10.1080/14693062.2017.1415198>
- Qi, S., & Wang, B. (2013). Fundamental issues and solutions in the design of China's ETS pilots: Allowance allocation, price mechanism and state-owned key enterprises. *Chinese Journal of Population Resources and Environment*. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10042857.2013.777523>
- Qi, Y., & Wu, T. (2013). The politics of climate change in China. *WIREs Climate Change*, 4(4), 301-313. <https://doi.org/10.1002/wcc.221>

Reuters. (2021, julio 20). China's carbon trading scheme makes debut with 4.1 mln T in turnover. *Reuters*. <https://www.reuters.com/business/sustainable-business/chinas-national-carbon-emission-trading-opens-48-yuant-chinese-media-2021-07-16/>

Reuters. (2024, octubre 18). Analysts expect EU carbon prices to soar by 2027. *Reuters*. <https://www.reuters.com/markets/europe/analysts-expect-eu-carbon-prices-soar-by-2027-2024-10-18/>

Sandalow, D., Meidal, M., Andrew-Speed, P., Hove, A., Qiu, S., & Downie, E. (2022). *GUIDE TO CHINESE CLIMATE POLICY 2022*. <https://www.oxfordenergy.org/publications/the-guide-to-chinese-climate-policy-2022/>

Shang, H., & Tang, F.-F. (2022). The mechanisms and development of emissions-trading markets: A comparison of the European Union and China. En L. Song & Y. Zhou (Eds.), *China's Transition to a New Phase of Development* (1.^a ed., pp. 239-256). ANU Press. <https://doi.org/10.2307/jj.399501.18>

Singh, P. (2022, enero 5). Chosun Ilbo—China's Economy Could Overtake U.S. Economy by 2030. *CEBR*. <https://cebr.com/reports/chosun-ilbo-chinas-economy-could-overtake-u-s-economy-by-2030/>

Sun, H., & Cao, D. (2023). Impact of China's carbon emissions trading scheme on urban air quality: A time-varying DID model. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(47), 103862-103876. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-29465-x>

Tan, X., & Wang, X. (2017). The market performance of carbon trading in China: A theoretical framework of structure-conduct-performance. *Journal of Cleaner Production*, 159, 410-424. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.019>

Wang, Y., & Wang, W. (2016). Risk identification and regulatory system design for the carbon market. *Chinese Journal of Population Resources and Environment*. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10042857.2015.1078495>

Williams, L. (2011). *Work Plan for greenhouse gas Emission Control during the 12th Five-Year Plan Period > Databases > Climate Change and GHG > Policies and Regulations > Domestic*.

http://english.cbcsd.org.cn/databases/database_energy/policies/Domestic/20130808/58943.shtml

Zhang, D., Karplus, V. J., Cassisa, C., & Zhang, X. (2014). Emissions trading in China: Progress and prospects. *Energy Policy*, 75, 9-16. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.01.022>

Zhang, H., Duan, M., & Deng, Z. (2019). Have China's pilot emissions trading schemes promoted carbon emission reductions? – the evidence from industrial sub-sectors at the provincial level. *Journal of Cleaner Production*, 234, 912-924. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.247>

Zhang, J., Wang, Z., & Du, X. (2017). Lessons learned from China's regional carbon market pilots. *Economics of Energy & Environmental Policy*, 6(2), 19-38.

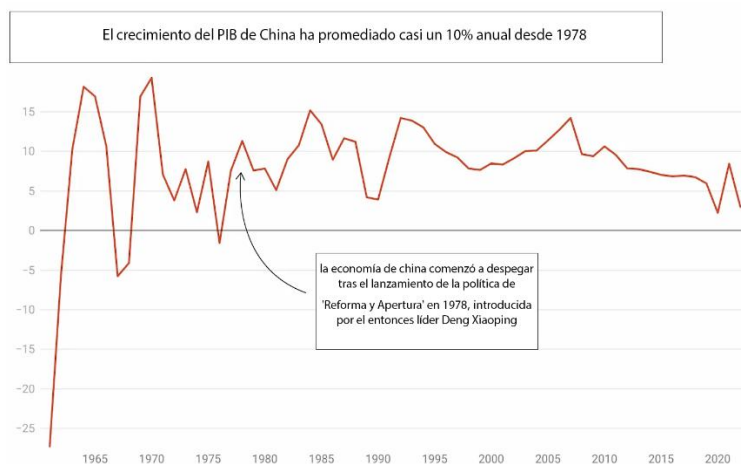
Zhang, L., Zeng, Y., & Li, D. (2018). China's Emissions Trading Scheme: First Evidence on Pilot Stage. *Polish Journal of Environmental Studies*, 28(2), 543-551. <https://doi.org/10.15244/pjoes/84871>

Zhang, Y., & Zhang, J. (2019). Estimating the impacts of emissions trading scheme on low-carbon development. *Journal of Cleaner Production*, 238, 117913. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117913>

Zhao, T., Ke, H., & Zhang, N. (2025). Comparing the innovation impacts on firms: Pilot vs. National Carbon Emission Trading Schemes in China. *Applied Energy*, 377, 124414. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.124414>

7. ANEXOS

Anexo 1 – Crecimiento anual del PIB en China



Crecimiento anual del PIB en China desde 1978 hasta la actualidad. Fuente: (Banco Mundial, 2023)

Anexo 2 – Mecanismo de Desarrollo Limpio

Mecanismo que genera créditos de compensación de emisiones a través de inversiones en proyectos medioambientales en países de desarrollo. Estos Créditos de Reducción de Emisiones Certificados representan el ahorro de una tonelada de CO₂ expulsada a la atmosfera. El MDL se basa en que las reducciones de emisiones deben efectuarse donde sean más económicas, dado que la disminución de GEI beneficia globalmente como bien público (Gillenwater & Seres, 2011).

Este mecanismo, en el que China llegó a abarcar más del 40% de los proyectos globales hasta 2012-2013, se mantiene técnicamente activo en el país. Sin embargo, su rol ha cambiado progresivamente y ahora, a través de fondos como el Fondo para el Mecanismo de Desarrollo Limpio de China (CCDMF), financia proyectos climáticos nacionales usando ingresos de iniciativas MDL y se ha relegado al fomento de la participación del sector privado (UNFCCC, 2023).

Anexo 3 – Escenarios de descarbonización en China hacia 2050

La siguiente tabla muestra las distintas trayectorias proyectadas para las próximas décadas, hasta 2050, año en que China espera alcanzar la neutralidad climática (He et al, 2022).

Nos muestra 3 escenarios diferentes:

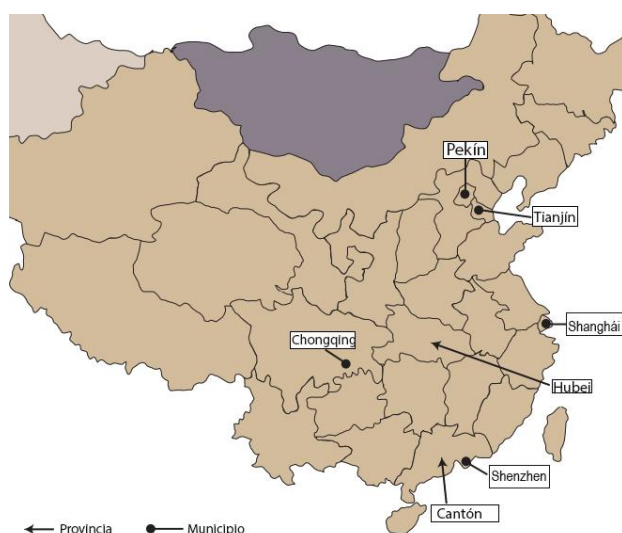
- **Escenario de 1.5 °C:** Este escenario ideal, el cual no considera la inercia del crecimiento económico de China, busca lograr cero emisiones netas de CO₂ para 2050, junto con una reducción en otros gases de efecto invernadero (en adelante, GEI).
- **Escenario de 2 °C orientado al objetivo:** Considerando la inercia del desarrollo económico y el objetivo de alcanzar la modernización social en dos etapas, el escenario establecido propone un camino que promueve la eficiencia energética hasta 2030. A partir de ese año, se acelerará la transición energética y se buscará limitar las emisiones de CO₂ per cápita a alrededor de 1.5 toneladas por persona para el año 2050.
- **Escenario de 1.5 °C orientado al objetivo:** se fija una trayectoria que fomenta la eficiencia energética antes de 2030, se acelera la transición después de ese año, limitando las emisiones per cápita de CO₂ a alrededor de 1 tonelada y alcanzando las cero emisiones netas de carbono para 2050.

		2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Emisiones de CO ₂ , billones de toneladas de CO ₂	1.5°C	10.2	9.3	7.4	6	4.2	2.7	1.5
	1.5°C Orientado	10.2	10.4	10.4	7.7	5	3	1.7
	2°C Orientado	10.2	10.1	9.4	8.1	6.4	4.3	2.9
Disminución anual de las emisiones de CO ₂ por unidad de PIB, %	1.5°C	4.3	7.1	8.9	8.5	10.3	11.3	14.3
	1.5°C Orientado	4.3	4.1	4.1	8.2	9.3	10	10.4
	2°C Orientado	4.3	5.5	6.1	7.2	8.4	10.7	10.1
Reducción desde el nivel de 2005, %	1.5°C	50.6	65.8	78.5	86.2	92	95.6	98
	1.5°C Orientado	50.6	60.3	68.4	81.3	90	95	97.6
	2°C Orientado	50.6	62.8	72.8	81.2	87.9	93.1	96

Emisiones de CO₂ bajo los escenarios de ICCSD 1.5°C hasta 2050, orientados al objetivo de 1.5°C y los de 2°C.

(Fuente: elaboración propia a partir de He et al, 2022)

Anexo 4 – Mapa de las áreas piloto del SCE chino



Mapa de las áreas piloto de comercio de carbono lanzadas en China en 2013 y 2014. (Fuente: Lo, 2012)

Anexo 5 – Evolución del precio de los permisos en el ETS europeo



Evolución del precio de los permisos en el ETS europeo desde su inicio en 2005 hasta la actualidad. (Fuente: Trading Economics, 2024)

Anexo 6 – ETS 2

El Sistema de Comercio de Emisiones 2 (ETS 2, por sus siglas en inglés) comenzará en 2025 con la monitorización y el reporte de emisiones como primer paso. Para 2027, se subastará un 30 % más de derechos de emisión con el fin de fortalecer la liquidez del mercado. El sistema establecerá un límite de emisiones con el objetivo de reducirlas en un 42 % para 2030, tomando como referencia los niveles de 2005. A diferencia de otros enfoques, el ETS2 aplicará un modelo "aguas arriba", lo que implica que la responsabilidad de adquirir y gestionar los derechos de emisión recaerá sobre los proveedores de energía, en lugar de los consumidores finales.

Los derechos de emisión se asignarán exclusivamente a través de subastas, y el sistema contará con una Reserva de Estabilidad del Mercado (REM) diseñada para evitar fluctuaciones extremas en la oferta y la demanda, asegurando así el equilibrio del mercado, al igual que en el ETS original de la UE (ICAP, 2024).

8. BIBLIOGRAFÍA DE LOS ANEXOS

Banco Mundial. (2023). *World Bank Open Data*. World Bank Open Data.

<https://data.worldbank.org>

Gillenwater, M., & Seres, S. (2011). The Clean Development Mechanism: A Review of the First International Offset Program. *Center for Climate and Energy Solutions*.

<https://www.c2es.org/document/the-clean-development-mechanism-a-review-of-the-first-international-offset-program/>

He, J., Li, Z., Zhang, X., Wang, H., Dong, W., Du, E., Chang, S., Ou, X., Guo, S., Tian, Z., Gu, A., Teng, F., Hu, B., Yang, X., Chen, S., Yao, M., Yuan, Z., Zhou, L., Zhao, X., ...

Zhang, D. (2022). Towards carbon neutrality: A study on China's long-term low-carbon transition pathways and strategies. *Environmental Science and Ecotechnology*, 9, 100134. <https://doi.org/10.1016/j.esec.2021.100134>

Lo, A. Y. (2012). Carbon emissions trading in China. *Nature Climate Change*, 2(11), 765-766. <https://doi.org/10.1038/nclimate1714>

Trading Economics. (2024). *EU Carbon Permits—Price—Chart—Historical Data—News*. Trading Economics. <https://tradingeconomics.com/commodity/carbon>