



Enseñando como regular las emisiones de CO₂ en el Instituto

por **Bruce Taterka**
traducido por Ignacio Barbeito Sanchez

El clima de la Tierra está sufriendo un calentamiento, y los gobiernos en todo el mundo están tomando medidas para regular las emisiones de dióxido de carbono. En los Estados Unidos, el presidente Obama ha identificado el cambio climático como “uno de los grandes retos de nuestra generación”. Harper, el primer ministro de Canadá, aunque habiendo tomado una postura cautelosa acerca de la legislación sobre cambio climático, ha mostrado un gran interés en unirse a la administración Obama para crear una solución global. Pero ¿Cómo abordaremos el problema del cambio climático a escala global? Las posibles soluciones van de leyes pasivas a conseguir una Tierra más fría mediante la “geoingeniería”, o a almacenar dióxido de carbono a profundidad bajo tierra. En la actualidad, se están considerando fundamentalmente dos mecanismos para reducir las emisiones de CO₂: los sistemas de fijación de los límites máximos e intercambio de los derechos de emisión (fijación-intercambio) y los impuestos sobre las emisiones de CO₂. Pero ¿Cómo funcionan estos sistemas? y ¿Cuáles son

sus impactos económicos? y ¿Cómo enseñarlos en las aulas del instituto?

Este artículo presenta una actividad para realizar en clase en la cual los equipos de alumnos representan los roles de empresas de servicios públicos que deben reducir las emisiones de CO₂ en sus plantas energéticas de quemado de carbón bajo distintos tipos de regulación: la legislación tradicional de “control y mando” un programa de impuestos sobre las emisiones de CO₂ y un sistema de “fijación de los límites máximos e intercambio de los derechos de emisión”. Al tener que de hecho “operar” una planta energética bajo estos programas, los alumnos aprenden como funcionan y las ventajas y beneficios de cada sistema.

Sistemas de regulación de emisiones de CO₂ propuestos

Impuesto sobre las emisiones de CO₂: Un impuesto sobre las emisiones de CO₂ es probablemente la forma más sencilla de reducir las emisiones de dióxido de carbono. Se establece un impuesto sobre el quemado de carbón, petróleo y gas natural, en una cantidad proporcional al contenido de carbono del

combustible. El impuesto podría ser aplicado en cualquier punto del ciclo de vida del combustible, desde el momento en que el combustible se extrae de la tierra hasta el momento en que se quema. Los impuestos sobre las emisiones de CO₂ se promulgaron en algunos países europeos en los años noventa, y British Columbia propuso un impuesto sobre las emisiones de CO₂ en 2008. Aunque el impuesto sobre las emisiones de CO₂ es un sistema simple de administración, lleva el estigma de ser otro impuesto y puede encontrar la dificultad de ser apoyado por algunos políticos sin destruir sus carreras.

Sistema de fijación de los límites máximos e intercambio de los derechos de emisión de CO₂ (fijación-intercambio): una alternativa a los impuestos sobre las emisiones de CO₂ es un sistema de fijación de los límites máximos e intercambio de los derechos de emisión. La principal ventaja de este sistema es que utiliza un enfoque de mercado, que permite a los contaminadores decidir cual es la manera más eficiente de reducir la contaminación. La desventaja de este sistema es que requiere establecer un mercado de CO₂, repleto de brokers y unos “bonos” de CO₂ para facilitar el flujo de información y el intercambio de créditos de CO₂. Además, el gobierno debe decidir desde el principio a quien pertenecen las emisiones, y por tanto quien debe pagar por el derecho a contaminar: ¿Debería ponerse a los actuales emisores de CO₂ un tope de emisiones al nivel actual sin cargo ó deberían pagar? y en caso de que tengan que pagar ¿Quien recibe el dinero? Independientemente de los detalles del programa de fijación de los límites máximos e intercambio de los derechos de emisión, éste empieza con el gobierno estableciendo un límite máximo global de emisiones. Las plantas que puedan conseguir un exceso de sus reducciones ganan “créditos” de contaminación que pueden vender a plantas que no son capaces de reducir sus emisiones de manera eficiente. Esto permite conseguir las reducciones con el menor coste posible. La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) implementó con éxito un sistema de fijación-intercambio en los años 90 para reducir las emisiones de dióxido sulfúrico y de lluvia ácida en los Estados Unidos. El programa de Lluvia Ácida de la EPA se cita frecuentemente como una prueba de que el sistema de fijación-intercambio de los derechos de emisión de CO₂ es más efectivo y eficiente que otras medidas de control de la contaminación. Hoy en día, este sistema parece ser el mecanismo favorecido para reducir el CO₂ y luchar contra el cambio climático. En 2005, la Unión Europea inició el primer sistema a gran

escala de regulación de CO₂ por medio de fijación - intercambio. En Estados Unidos, diez estados del noreste y el Atlántico-medio formaron la Iniciativa Regional de Gases Invernadero para reducir el CO₂ a través de un sistema de fijación-intercambio y siete estados occidentales y cuatro provincias canadienses han formado la Iniciativa Occidental del Clima para desarrollar un sistema regional de fijación-intercambio y reducción del CO₂.

Control y mando: tanto el sistema de fijación-intercambio como el del impuesto sobre las emisiones de CO₂ difieren de la regulación tradicional por “control y mando”. En el sistema de “control y mando” el gobierno especifica el mecanismo que todos los contaminantes deben emplear para reducir las emisiones. Por ejemplo, un gobierno puede requerir un tipo específico de depurador para ser instalado en cada planta de energía. El problema con esta aproximación es que el depurador puede no ser rentable en todas las plantas, y los operadores de planta son forzados a ajustarse a un enfoque universal.

La simulación

Esta simulación está estructurada en base a los sistemas de “control y mando”, de “fijación-intercambio” y de impuestos sobre las emisiones de CO₂. Los equipos de alumnos representan los roles de empresas de servicios públicos que deben reducir sus emisiones de CO₂ en sus plantas energéticas de quemado de carbón. Uno de los equipos representa el rol de broker de CO₂, para facilitar el intercambio entre las empresas bajo el sistema de fijación-intercambio y para recaudar los impuestos bajo el sistema de impuestos sobre las emisiones de CO₂. El profesor representa el papel de la Iniciativa Norteamericana para los Gases de Efecto Invernadero (NAGGI), una hipotética alianza creada para regular las emisiones de CO₂ de manera conjunta en el futuro. La simulación tiene lugar en tres rondas: en la primera simulando control y mando, en la segunda simulando impuestos sobre emisiones de CO₂ y en la tercera simulando fijación-intercambio. Previo a la simulación, el profesor puede querer introducir a sus alumnos los conceptos de impuestos sobre las emisiones de CO₂, y las regulaciones de comando y control y fijación-intercambio.

Los siguientes links son recursos útiles para esta introducción:

Centro de Impuestos sobre CO₂:
<www.carbontax.org/issues/carbontaxes-vs-cap-and-trade/>



USEPA Información sobre el sistema de fijación-intercambio:
 <<http://www.epa.gov/airmarkt/cap-trade/index.html>>

Video del fondo para la defensa del medioambiente “Como funciona el sistema de flujo-intercambio”:
 <www.youtube.com/watch?v=EKT_ac4LPkU>

Materiales: hojas de cálculo de reducciones de emisiones de CO₂, contratos de compensación de CO₂ y programas de especificaciones técnicas para cada planta de energía (ver páginas 18-20). NOTA: debido a las limitaciones de espacio, aquí se presenta solo una muestra del programa de especificaciones técnicas; Los programas de especificaciones técnicas para las seis empresas del juego pueden bajarse en <www.greenteacher.com>. Seguid el link a los “contenidos” del número 85 de Green Teacher.

Configuración: la simulación funciona mejor con seis equipos de dos a cinco alumnos representando los roles de seis empresas de energía. Cada equipo debería disponer de las especificaciones técnicas para su planta y de una hoja de cálculo de reducción de emisiones de CO₂. Un grupo de unos dos alumnos deberían desempeñar el papel de brokers de CO₂/ recaudadores de impuestos. Para desempeñar este rol es mejor escoger alumnos sociables y energéticos, ya que su misión es facilitar el intercambio entre los equipos durante la simulación de fijación-intercambio. Se debería de proporcionar alrededor de diez

copias de los contratos de compensación de CO₂ a los brokers. El profesor debería de explicar a los alumnos que aunque los Estados Unidos y Canadá no tienen un acuerdo internacional para la regulación de CO₂ en la actualidad, esta simulación asume que han creado conjuntamente la Iniciativa Norteamericana para los Gases de Efecto Invernadero (NAGGI) para combatir el cambio climático. El profesor desempeña el papel de NAGGI en la simulación. El profesor

también debería de explicar que con motivo de la simulación se asume una tasa de intercambio entre dólares canadienses y americanos de uno a uno, pero que en un caso real las empresas de servicio público y los comerciantes deberían considerar tasas de intercambio cambiantes con frecuencia. La simulación puede llevarse a cabo entre 40 y 60 minutos, dependiendo del curso en el que estén los alumnos y de la cantidad de tiempo que se dedique a la discusión. La ronda 1 (control y mando) y la 2 (impuestos sobre las emisiones de CO₂) discurren generalmente en unos 5 ó 10 minutos cada una, mientras los alumnos empiezan a comprender los conceptos y sus roles. Se debería dedicar un tiempo de 20 a 30 minutos a la ronda 3 (fijación-intercambio).

Ronda 1: control y mando

En la Ronda 1, el profesor desempeña el papel de NAGGI, implementa la regulación de control y mando y ordena a cada empresa reducir las emisiones de su planta instalando una chimenea depuradora de alta tecnología (“CDAT”). El profesor debería explicar que conforme a los ingenieros y científicos de NAGGI, el coste esperado de CDAT es de 50 millones de dólares en cada planta y que se espera reducir las emisiones de CO₂ un 25 por ciento. Hay que tener en mente que la tecnología y los precios presentados en esta simulación son hipotéticos, pero que reflejan el dilema real de que cada planta es diferente y de que un enfoque universal no siempre es eficiente. Cada empresa debe remitirse a sus especificaciones técnicas para determinar los costes de CDAT en su planta y la reducción de la cantidad de CO₂ conseguida. Una vez que esto se haya calculado,

los alumnos pueden completar la primera parte de la hoja de cálculo de reducciones de CO₂. Los alumnos que desempeñen el rol de brokers de CO₂/ recaudadores de impuestos deberían de hacer la cuenta de los costes y las reducciones de CO₂ en cada una de las plantas y presentar a la clase el total de las reducciones de CO₂ conseguidas y el coste total. Los alumnos observarán que CDAT no siempre es tan efectivo como se predice, y que además los costes son significativamente mayores de lo esperado. A su vez, el sistema de control y mando es fácil de administrar y proporciona seguridad a la industria. Además, el sistema de control y mando puede ser una manera altamente eficiente de regular la contaminación de fuentes de emisión similares, como la eliminación de sulfuro de los combustibles diesel. Sin embargo, para plantas de quemado de carbón, que no tienen una edad o diseño uniforme, el sistema de control y mando no sería probablemente una medida eficiente de regulación. El profesor debería aprovechar esta ocasión para discutir las ventajas e inconvenientes de la regulación de control y mando.

Ronda 2: impuestos sobre el CO₂

Al comienzo de la Ronda 2 la clase debería de asumir de nuevo que cada planta emite 10 millones de toneladas de CO₂ al año. No se debe empezar con los valores conseguidos después de la Ronda 1. En la Ronda 2 el profesor desempeña otra vez el papel de NAGGI, e implementa un impuesto de 20 dólares por tonelada de dióxido de carbono. Al comienzo de la ronda el profesor anuncia que cada empresa deberá pagar al gobierno 20 dólares por tonelada de CO₂ emitida en su planta. Llegados a este punto, el profesor debería de dar a cada empresa la oportunidad de decidir sobre la estrategia más efectiva- si simplemente pagar los impuestos sobre sus emisiones actuales de 10 millones de toneladas al año o si implementar mejoras en su planta para reducir las emisiones de CO₂. Cada equipo debería remitirse a sus especificaciones técnicas para determinar el coste de las mejoras y las reducciones de CO₂ conseguidas, y completar la segunda parte de la hoja de cálculo de reducciones de CO₂. Después de que cada planta haya completado la segunda parte de la hoja de cálculo de reducciones de CO₂, los alumnos que desempeñen el papel de recaudadores de impuestos deberían de hacer las cuentas del coste de las mejoras, de las reducciones de CO₂ conseguidas y de los impuestos pagados en cada planta, e informar de los totales a la clase.

Ronda 3: fijación-intercambio

Al comienzo de la Ronda 3 la clase debería de empezar de nuevo, asumiendo que cada planta emite 10 millones de toneladas de CO₂ al año. No se debe empezar con los valores conseguidos después de la Ronda 2. En la Ronda 3, NAGGI anuncia que un sistema de fijación-intercambio va a ser utilizado en EEUU y Canadá para reducir las emisiones de CO₂. El profesor debería de explicar que el sistema de fijación-intercambio funciona de la siguiente manera:

- Cada empresa debe conseguir una reducción del 25 por ciento de sus emisiones de CO₂.
- Cada empresa debe remitirse a sus especificaciones técnicas para determinar las distintas estrategias de reducción de emisiones disponibles para su planta.
- Cada empresa puede desarrollar su propia estrategia para conseguir la reducción del 25 por ciento.

Más importante todavía, es que en la Ronda 3, bajo el sistema de fijación-intercambio, las empresas pueden ganar créditos ó comprar compensaciones de carbono en el mercado de intercambio de carbono:

- Si una planta consigue una reducción de emisiones de CO₂ por encima del 25 por ciento, gana créditos por el exceso de la cantidad de reducciones obtenidas.
- Las empresas pueden vender los créditos que ganan a otras empresas. Las empresas que compran créditos pueden utilizarlos para compensar las emisiones de su planta y alcanzar el objetivo del 25 por ciento.
- Toda la compra y venta de créditos debe hacerse a través de los brokers de CO₂ y deben documentarse mediante un contrato de compensación de CO₂. El precio pagado por los créditos es determinado únicamente por las empresas y los brokers de CO₂.

Ejemplo: la planta X emite 10 millones de toneladas al año (mta). Para conseguir una reducción del 25 por ciento, la planta X debe reducir sus emisiones a 7.5 mta. Si la planta X reduce sus emisiones a 6.5 mta, gana un crédito de 1 mta. La empresa puede entonces vender ese crédito en el mercado de intercambio de carbono, y el comprador puede compensar 1 mta de sus emisiones. Durante la Ronda 3, cada empresa debe completar la tercera parte de la hoja de cálculo de reducciones de CO₂, enumerando las reducciones de CO₂ gracias a la tecnología, la compra y venta de créditos y el balance final. Los alumnos que desempeñan el

rol de brokers de carbono deberían de hacer las cuentas de los costes y las reducciones de CO₂ en cada planta e informar de las reducciones de CO₂ conseguidas y de los costes totales a la clase.

Variaciones de la simulación de fijación-intercambio

Para introducir conceptos más avanzados y hacer la simulación más realista, el profesor (desempeñando el papel del gobierno) puede permitir que se cree y compre compensación de emisiones de CO₂ para reforestación, ahorro de energía o para tecnología de energías renovables. Por ejemplo, puede permitir que se una empresa compense un millón de toneladas al año pagando 50 millones de dólares a los brokers de carbono ó para un proyecto de reforestación, mediante la financiación de una granja eólica o mediante la compra de lámparas fluorescentes de bajo consumo. Este enfoque podría servir como un trampolín a las materias relacionadas de la energía alternativa y la conservación. Mientras que las energías alternativas son todavía comparativamente caras con respecto a la electricidad producida con carbón, el profesor podría presentar material adicional para ilustrar como el ahorro de energía es de lejos la manera más eficiente de reducir las emisiones de CO₂. Otras variantes podrían incluir el proporcionar a cada equipo un presupuesto que limite la cantidad que pueden gastarse en la Ronda 3. El profesor podría inculcar una competencia entre los equipos ofreciendo recompensas a los equipos que consigan las mayores eficiencias en términos de reducción de CO₂ por dólar. La competencia entre clases también podría fomentarse ofreciendo recompensas a la clase que consiguiese la mayor eficiencia en total en términos de reducción de emisiones de CO₂ por dólar.

Cierre

Los alumnos deberían comparar el coste y la efectividad de un impuesto sobre las emisiones de CO₂, de una regulación de fijación-intercambio y de una regulación de control y mando. ¿Cuál provocaría mayores emisiones de CO₂? ¿Cuál costaría menos? ¿Cuál proporcionaría la manera más eficiente de reducir las emisiones de CO₂ por dólar? ¿Por qué? Las actividades de cierre podrían discurrir en forma de discusión, ser una reacción escrita al ejercicio en clase, o una reflexión escrita más formal. Reportajes de interés actuales sobre los esfuerzos de EEUU y Canadá para implementar una regulación de CO₂ serían útiles para

estimular la discusión en clase y para enfatizar la importancia real de esta simulación. Los reportajes de interés son también útiles para enfatizar los compromisos políticos que serán inevitables para cualquier solución continental o global al cambio climático. Algunas preguntas claves para que los alumnos reflexionen son las siguientes:

Consideraciones prácticas: ¿Qué método es más fácil de implementar? ¿Qué método es más efectivo? Los alumnos deberían observar que el impuesto sobre las emisiones de CO₂ es simple, mientras que el sistema de fijación-intercambio es complejo. Entonces, ¿Por qué tantos prefieren el sistema de fijación-intercambio? Los alumnos deberían entender las ventajas del enfoque de “mercado libre” que ofrece el sistema de fijación-intercambio.

Medioambiental: ¿Cuáles son las ventajas medioambientales de cada sistema? ¿Y las desventajas? Los alumnos deberían observar que el sistema de control y mando, aunque muy útil para ciertas formas de contaminación, no es una medida efectiva para regular fuentes de emisión diversas como las plantas de energía de quemado de carbón. Desde una perspectiva medioambiental, tanto con el impuesto sobre las emisiones de CO₂ como con el sistema de fijación-intercambio, el gobierno puede decidir cuanto reducir las emisiones de CO₂ por como fija la tasa de impuesto inicial (en el sistema de impuesto sobre las emisiones de CO₂) o el límite máximo (el sistema de fijación-intercambio). Una vez que se fija el objetivo, el sistema de impuesto sobre las emisiones de CO₂ ofrece la ventaja de la sencillez, mientras que el sistema de fijación-intercambio ofrece la ventaja de la eficiencia-utilizando el mercado para encontrar la forma más barata de reducir las emisiones.

Económica: ¿Cuáles son las ventajas económicas de cada sistema? ¿Y las desventajas? Los alumnos deberían observar que el sistema de control y mando no es flexible, y por tanto no podría ser una forma eficiente de regular las plantas de energía de quemado de carbón de diferentes edades, tamaños y con diferente equitación, razón por la cual no se está considerando como una opción para la regulación de las emisiones de CO₂. Sin embargo, entre un sistema de fijación-intercambio y el impuesto sobre el CO₂ varios pros y contras se hacen obvios. En primer lugar, el impuesto sobre el CO₂ es sencillo de administrar, mientras que el sistema de fijación-intercambio es complejo. Ambos sistemas proporcionan a los operadores flexibilidad para

elegir el método de cumplimiento. Con el impuesto sobre el CO₂ el contaminador puede decidir si simplemente paga el impuesto o si reduce sus impuestos reduciendo sus emisiones de CO₂. En un sistema de fijación-intercambio, el agente contaminador puede cumplir con lo establecido a través de la reducción de emisiones u obteniendo créditos. Además, el sistema de fijación-intercambio permite cumplir con lo establecido creando energía limpia (sin CO₂) como energía eólica, solar o nuclear, o incluso creando proyectos de sumideros de carbono como reforestaciones.

Política: ¿Cuáles son las ventajas políticas de cada sistema? ¿Y cuáles las desventajas? Estas preguntas podrían abordarse desde varios puntos de vista. Los agentes contaminadores son generalmente hostiles a una regulación de control y mando por su coste y su inflexibilidad. Algunos agentes contaminadores pueden estar a favor del sistema de fijación-intercambio, sobre todo aquellos que estén listos para obtener beneficios vendiendo créditos. La comunidad medioambiental también puede apoyar el sistema de fijación-intercambio, sobre todo si tienen la oportunidad de participar e incrementar el coste de contaminar o de demandar energía limpia. Un impuesto sobre las emisiones de CO₂ puede ser apoyado por la industria por su sencillez y seguridad. Sin embargo, el impuesto sobre las emisiones de CO₂ lleva el estigma de ser etiquetado como un “impuesto” y por ello implementarlo puede ser un suicidio político para algunos gobernantes.

Bruce Taterka enseña Sistemas Ambientales y Ciencias Ambientales en el Instituto Mendham, en Mendham, Nueva Jersey. Vive en la Reserva Natural de Schiff en Mendham.

Ignacio Barbeito Sanchez es Doctor Ingeniero de Montes por la Universidad Politécnica de Madrid (España). Actualmente trabaja en el

Instituto de Investigación Federal Suizo (WSL-SLF), y su investigación se centra en el estudio la dinámica de los bosques alpinos y de su función protectora frente a las avalanchas.

Recursos:

USEPA información de fijación-intercambio:

<www.epa.gov/captrade/>

Agencia Medioambiental Canadiense, Asuntos aéreos transfronterizos:

<www.ec.gc.ca/cleanairairpur/caol/canus/report/2006/canus/c2_e.cfm#s1_1>

Agencia Medioambiental Canadiense — actuando contra el cambio climático: <www.ec.gc.ca/cc/default.asp?lang=En&n=18BA6889-1>

Centro de Impuestos de CO₂:

<www.carbontax.org/issues/carbon-taxes-vs-cap-andtrade/>

USEPA Regla del aire limpio de mercurio:

<www.epa.gov/camr/basic.htm>

USEPA Programa de Lluvia Ácida:

<www.epa.gov/acidrain/>

Iniciativa regional del Noreste para los gases de efecto invernadero: <www.rggi.org>

Iniciativa del Clima del Oeste:

<www.westernclimateinitiative.org/>

Sistema de fijación-intercambio de la Unión Europea: <<http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/>>

Video de Defensa medioambiental:

<www.youtube.com/watch?v=EKT_ac4LPkU>

Plan de Energía Obama:

<www.barackobama.com/pdf/factsheet_energy_speech_080308.pdf>

Seguimiento de las emisiones de CO₂ para la acción (CARMA) es una base de datos enorme que contiene información sobre las emisiones de CO₂ de más de 50.000 plantas de energía y 4.000 compañías energéticas de todo el mundo: <www.carma.org>

La administración de información de Energía de los EEUU mantiene una base de datos de todas unidades generadoras de electricidad comercial en EEUU:

<www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/page/capacity/existingunits2006.xls>

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: Empresa Gigante de Energía

Tu planta:

Nombre de la empresa: Empresa Gigante de Energía

Planta de Energía: Toledo, Ohio

Especificaciones técnicas:

Capacidad: 760 MW

Combustible: Carbón

Año de construcción: 1957

Emisiones de CO₂: 10.0 millones de toneladas al año ("10.0 mta")

Estrategias de reducción de emisiones disponibles en tu planta:

Tecnología	Reducción (mta)	Coste (millones \$)	Observaciones
Chimenea depuradora de alta tecnología (CDAT)	2.5	60\$	CDAT cuesta 60 millones de \$ en vez de 50 millones de \$ porque el proyecto requeriría 10 millones de \$ adicionales en tasas de licencia para el estado de Nueva Jersey. No se pueden hacer CDAT y CDBT al mismo tiempo. Sólo se puede instalar un tipo de chimenea.
Mejorar las calderas	1.0	16\$	
Mejorar los generadores	1.0	16\$	
Cambiar a gas natural/mezcla de aceites	0.5	8\$	
Comprar o vender créditos		?	

MW=Megawatio mta=millones de toneladas de CO₂ al año.

Escenario 1: Regulación de control y mando

1. NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón de EEUU y Canadá instalen chimeneas depuradoras de alta tecnología (CDAT).
2. Se espera que la instalación de CDAT cueste aproximadamente 50 millones de \$ (en muchas plantas).
3. Se espera que CDAT reduzca las emisiones anuales de CO₂ alrededor del 25% (en muchas plantas).

Escenario 2: Regulación de fijación-intercambio

NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón en EEUU y Canadá consigan una reducción del 25% de sus emisiones de CO₂, partiendo del nivel actual de 10 mta.

Cada planta puede desarrollar su propia estrategia para alcanzar la reducción del 25%. El fracaso en conseguir esta reducción del 25% acarrea multas enormes y un posible cierre de la planta.

Créditos y compensación:

Si una planta consigue reducciones de CO₂ por encima del 25%, gana créditos por el exceso de reducciones. Las empresas pueden comprar y vender créditos al mercado de intercambio de carbono. Los compradores pueden utilizar los créditos para compensar sus emisiones de CO₂ anuales y alcanzar el objetivo del 25%.

Ejemplo: la planta X emite 10 mta. Para conseguir una reducción de emisiones del 25%, la planta X debe bajar sus emisiones 7.5 mta. Si la planta X reduce sus emisiones a 6.5 mta, gana un crédito por 1 mta. La empresa puede entonces vender ese crédito en el mercado de intercambio de carbono, y el comprador podrá restar 1 mta de sus emisiones anuales.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: Empresa de Carbón de América

Tu planta:

Nombre de la empresa: Empresa de Carbón de América ("Coalcoa")

Planta de Energía: Newark, Nueva Jersey

Especificaciones técnicas:

Capacidad: 800MW

Combustible: Carbón

Año de construcción: 1961

Emisiones de CO₂: 10.0 millones de toneladas al año ("10.0 mta")

Estrategias de reducción de emisiones disponibles en tu planta:

Tecnología	Reducción (mta)	Coste (millones \$)	Observaciones
Chimenea depuradora de alta tecnología (CDAT)	2.5	65\$	CDAT cuesta 65 millones de \$ en vez de 50 millones de \$ porque el proyecto requeriría 15 millones de \$ adicionales en tasas de licencia para el estado de Nueva Jersey. No se pueden hacer CDAT y CDBT al mismo tiempo. Sólo se puede instalar un tipo de chimenea.
Chimenea depuradora de baja tecnología (CDBT)	2.0	48\$	
Mejorar las calderas	0.5	12\$	
Mejorar los generadores	1.0	24\$	
Cambiar a gas natural	1.0	24\$	
Comprar o vender créditos		?	

MW=Megavatio mta=millones de toneladas de CO₂ al año.

Escenario 1: Regulación de control y mando

1. NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón de EEUU y Canadá instalen chimeneas depuradoras de alta tecnología (CDAT).
2. Se espera que la instalación de CDAT cueste aproximadamente 50 millones de \$ (en muchas plantas).
3. Se espera que CDAT reduzca las emisiones anuales de CO₂ alrededor del 25% (en muchas plantas).

Escenario 2: Regulación de fijación-intercambio

NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón en EEUU y Canadá consigan una reducción del 25% de sus emisiones de CO₂, partiendo del nivel actual de 10 mta.

Cada planta puede desarrollar su propia estrategia para alcanzar la reducción del 25%. El fracaso en conseguir esta reducción del 25% acarrea multas enormes y un posible cierre de la planta.

Créditos y compensación:

Si una planta consigue reducciones de CO₂ por encima del 25%, gana créditos por el exceso de reducciones. Las empresas pueden comprar y vender créditos al mercado de intercambio de carbono. Los compradores pueden utilizar los créditos para compensar sus emisiones de CO₂ anuales y alcanzar el objetivo del 25%.

Ejemplo: la planta X emite 10 mta. Para conseguir una reducción de emisiones del 25%, la planta X debe bajar sus emisiones 7.5 mta. Si la planta X reduce sus emisiones a 6.5 mta, gana un crédito por 1 mta. La empresa puede entonces vender ese crédito en el mercado de intercambio de carbono, y el comprador podrá restar 1 mta de sus emisiones anuales.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: Empresa de Energía Eléctrica de Ontario

Tu planta:

Nombre de la empresa: Empresa de Energía Eléctrica de Ontario

Planta de Energía: Toronto, Ontario

Especificaciones técnicas:

Capacidad: 700MW

Combustible: Carbón

Año de construcción: 1960

Emisiones de CO₂: 10.0 millones de toneladas al año ("10.0 mta")

Estrategias de reducción de emisiones disponibles en tu planta:

Tecnología	Reducción (mta)	Coste (millones \$)	Observaciones
Chimenea depuradora de alta tecnología (CDAT)	2.5	80\$	CDAT cuesta 65 millones de \$ en vez de 50 millones de \$ porque el proyecto requeriría 15 millones de \$ adicionales en tasas de licencia para el estado de Nueva Jersey. No se pueden hacer CDAT y CDBT al mismo tiempo. Sólo se puede instalar un tipo de chimenea.
Chimenea depuradora de baja tecnología (CDBT)	2.0	64\$	
Mejorar las calderas	1.0	32\$	
Mejorar los generadores	0.5	16\$	
Cambiar a gas natural/mezcla de aceites	1.0	32\$	
Comprar o vender créditos		?	

MW=Megavatio mta=millones de toneladas de CO₂ al año.

Escenario 1: Regulación de control y mando

4. NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón de EEUU y Canadá instalen chimeneas depuradoras de alta tecnología (CDAT).
5. Se espera que la instalación de CDAT cueste aproximadamente 50 millones de \$ (en muchas plantas).
6. Se espera que CDAT reduzca las emisiones anuales de CO₂ alrededor del 25% (en muchas plantas).

Escenario 2: Regulación de fijación-intercambio

NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón en EEUU y Canadá consigan una reducción del 25% de sus emisiones de CO₂, partiendo del nivel actual de 10 mta.

Cada planta puede desarrollar su propia estrategia para alcanzar la reducción del 25%. El fracaso en conseguir esta reducción del 25% acarrea multas enormes y un posible cierre de la planta.

Créditos y compensación:

Si una planta consigue reducciones de CO₂ por encima del 25%, gana créditos por el exceso de reducciones. Las empresas pueden comprar y vender créditos al mercado de intercambio de carbono. Los compradores pueden utilizar los créditos para compensar sus emisiones de CO₂ anuales y alcanzar el objetivo del 25%.

Ejemplo: la planta X emite 10 mta. Para conseguir una reducción de emisiones del 25%, la planta X debe bajar sus emisiones 7.5 mta. Si la planta X reduce sus emisiones a 6.5 mta, gana un crédito por 1 mta. La empresa puede entonces vender ese crédito en el mercado de intercambio de carbono, y el comprador podrá restar 1 mta de sus emisiones anuales.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: Recursos energéticos fósiles

Tu planta:

Nombre de la empresa: Recursos energéticos fósiles, Inc.

Planta de Energía: Albany, Nueva York

Especificaciones técnicas:

Capacidad: 880MW

Combustible: Carbón

Año de construcción: 1977

Emisiones de CO₂: 10.0 millones de toneladas al año ("10.0 mta")

Estrategias de reducción de emisiones disponibles en tu planta:

Tecnología	Reducción (mta)	Coste (millones \$)	Observaciones
Chimenea depuradora de alta tecnología (CDAT)	1.0	60\$	CDAT cuesta 65 millones de \$ en vez de 50 millones de \$ porque el proyecto requeriría 15 millones de \$ adicionales en tasas de licencia para el estado de Nueva Jersey. No se pueden hacer CDAT y CDBT al mismo tiempo. Sólo se puede instalar un tipo de chimenea.
Chimenea depuradora de baja tecnología (CDBT)	1.0	24\$	
Mejorar las calderas	1.0	40\$	
Mejorar los generadores	0.5	30\$	
Cambiar a gas natural/mezcla de aceites	0.5	30\$	
Comprar o vender créditos		?	

MW=Megavatio mta=millones de toneladas de CO₂ al año.

Escenario 1: Regulación de control y mando

7. NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón de EEUU y Canadá instalen chimeneas depuradoras de alta tecnología (CDAT).
8. Se espera que la instalación de CDAT cueste aproximadamente 50 millones de \$ (en muchas plantas).
9. Se espera que CDAT reduzca las emisiones anuales de CO₂ alrededor del 25% (en muchas plantas).

Escenario 2: Regulación de fijación-intercambio

NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón en EEUU y Canadá consigan una reducción del 25% de sus emisiones de CO₂, partiendo del nivel actual de 10 mta.

Cada planta puede desarrollar su propia estrategia para alcanzar la reducción del 25%. El fracaso en conseguir esta reducción del 25% acarrea multas enormes y un posible cierre de la planta.

Créditos y compensación:

Si una planta consigue reducciones de CO₂ por encima del 25%, gana créditos por el exceso de reducciones. Las empresas pueden comprar y vender créditos al mercado de intercambio de carbono. Los compradores pueden utilizar los créditos para compensar sus emisiones de CO₂ anuales y alcanzar el objetivo del 25%.

Ejemplo: la planta X emite 10 mta. Para conseguir una reducción de emisiones del 25%, la planta X debe bajar sus emisiones 7.5 mta. Si la planta X reduce sus emisiones a 6.5 mta, gana un crédito por 1 mta. La empresa puede entonces vender ese crédito en el mercado de intercambio de carbono, y el comprador podrá restar 1 mta de sus emisiones anuales.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: Québec luz de carbón y energía

Tu planta:

Nombre de la empresa: Québec luz de carbón y energía.

Planta de Energía: Sainte Anne de Bellevue, Québec

Especificaciones técnicas:

Capacidad: 900MW

Combustible: Carbón

Año de construcción: 1990

Emisiones de CO₂: 10.0 millones de toneladas al año ("10.0 mta")

Estrategias de reducción de emisiones disponibles en tu planta:

Tecnología	Reducción (mta)	Coste (millones \$)	Observaciones
Chimenea depuradora de alta tecnología (CDAT)	1.5	50\$	CDAT consigue sólo una reducción del 15% porque la planta ya cuenta con CDBT como requiere la ley de Québec.
Mejorar las calderas	1.0	50\$	
Mejorar los generadores	0.5	50\$	
Cambiar a gas natural/mezcla de aceites	0.5	75\$	
Comprar o vender créditos		?	

MW=Megawatio mta=millones de toneladas de CO₂ al año.

Escenario 1: Regulación de control y mando

10. NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón de EEUU y Canadá instalen chimeneas depuradoras de alta tecnología (CDAT).
11. Se espera que la instalación de CDAT cueste aproximadamente 50 millones de \$ (en muchas plantas).
12. Se espera que CDAT reduzca las emisiones anuales de CO₂ alrededor del 25% (en muchas plantas).

Escenario 2: Regulación de fijación-intercambio

NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón en EEUU y Canadá consigan una reducción del 25% de sus emisiones de CO₂, partiendo del nivel actual de 10 mta.

Cada planta puede desarrollar su propia estrategia para alcanzar la reducción del 25%. El fracaso en conseguir esta reducción del 25% acarrea multas enormes y un posible cierre de la planta.

Créditos y compensación:

Si una planta consigue reducciones de CO₂ por encima del 25%, gana créditos por el exceso de reducciones. Las empresas pueden comprar y vender créditos al mercado de intercambio de carbono. Los compradores pueden utilizar los créditos para compensar sus emisiones de CO₂ anuales y alcanzar el objetivo del 25%.

Ejemplo: la planta X emite 10 mta. Para conseguir una reducción de emisiones del 25%, la planta X debe bajar sus emisiones 7.5 mta. Si la planta X reduce sus emisiones a 6.5 mta, gana un crédito por 1 mta. La empresa puede entonces vender ese crédito en el mercado de intercambio de carbono, y el comprador podrá restar 1 mta de sus emisiones anuales.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: Grupo de Generación de Electricidad Industrial

Tu planta:

Nombre de la empresa: Grupo de Generación de Electricidad Industrial

Planta de Energía: Morgantown, West Virginia

Especificaciones técnicas:

Capacidad: 1000 MW

Combustible: Carbón

Año de construcción: 1981

Emisiones de CO₂: 10.0 millones de toneladas al año ("10.0 mta")

Estrategias de reducción de emisiones disponibles en tu planta:

Tecnología	Reducción (mta)	Coste (millones \$)	Observaciones
Chimenea depuradora de alta tecnología (CDAT)	2.0	100\$	La planta tiene dos chimeneas; una CDAT es requerida para cada una. CDAT sólo consigue una reducción del 20% porque la planta ya cuenta con CDBT como es requerido para todas las plantas construidas después de 1980 en WV.
Mejorar las calderas	0.5	60\$	
Mejorar los generadores	0.5	50\$	
Cambiar a gas natural/mezcla de aceites	0.5	60\$	
Comprar o vender créditos		?	

MW=Megavatio mta=millones de toneladas de CO₂ al año.

Escenario 1: Regulación de control y mando

13. NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón de EEUU y Canadá instalen chimeneas depuradoras de alta tecnología (CDAT).
14. Se espera que la instalación de CDAT cueste aproximadamente 50 millones de \$ (en muchas plantas).
15. Se espera que CDAT reduzca las emisiones anuales de CO₂ alrededor del 25% (en muchas plantas).

Escenario 2: Regulación de fijación-intercambio

NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón en EEUU y Canadá consigan una reducción del 25% de sus emisiones de CO₂, partiendo del nivel actual de 10 mta.

Cada planta puede desarrollar su propia estrategia para alcanzar la reducción del 25%. El fracaso en conseguir esta reducción del 25% acarrea multas enormes y un posible cierre de la planta.

Créditos y compensación:

Si una planta consigue reducciones de CO₂ por encima del 25%, gana créditos por el exceso de reducciones. Las empresas pueden comprar y vender créditos al mercado de intercambio de carbono. Los compradores pueden utilizar los créditos para compensar sus emisiones de CO₂ anuales y alcanzar el objetivo del 25%.

Ejemplo: la planta X emite 10 mta. Para conseguir una reducción de emisiones del 25%, la planta X debe bajar sus emisiones 7.5 mta. Si la planta X reduce sus emisiones a 6.5 mta, gana un crédito por 1 mta. La empresa puede entonces vender ese crédito en el mercado de intercambio de carbono, y el comprador podrá restar 1 mta de sus emisiones anuales.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: Empresa Gigante de Energía

Tu planta:

Nombre de la empresa: Empresa Gigante de Energía

Planta de Energía: Toledo, Ohio

Especificaciones técnicas:

Capacidad: 760 MW

Combustible: Carbón

Año de construcción: 1957

Emisiones de CO₂: 10.0 millones de toneladas al año ("10.0 mta")

Estrategias de reducción de emisiones disponibles en tu planta:

Tecnología	Reducción (mta)	Coste (millones \$)	Observaciones
Chimenea depuradora de alta tecnología (CDAT)	2.5	60\$	CDAT cuesta 60 millones de \$ en vez de 50 millones de \$ porque el proyecto requeriría 10 millones de \$ adicionales en tasas de licencia para el estado de Nueva Jersey. No se pueden hacer CDAT y CDBT al mismo tiempo. Sólo se puede instalar un tipo de chimenea.
Mejorar las calderas	1.0	16\$	
Mejorar los generadores	1.0	16\$	
Cambiar a gas natural/mezcla de aceites	0.5	8\$	
Comprar o vender créditos		?	

MW=Megawatio mta=millones de toneladas de CO₂ al año.

Escenario 1: Regulación de control y mando

16. NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón de EEUU y Canadá instalen chimeneas depuradoras de alta tecnología (CDAT).
17. Se espera que la instalación de CDAT cueste aproximadamente 50 millones de \$ (en muchas plantas).
18. Se espera que CDAT reduzca las emisiones anuales de CO₂ alrededor del 25% (en muchas plantas).

Escenario 2: Regulación de fijación-intercambio

NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón en EEUU y Canadá consigan una reducción del 25% de sus emisiones de CO₂, partiendo del nivel actual de 10 mta.

Cada planta puede desarrollar su propia estrategia para alcanzar la reducción del 25%. El fracaso en conseguir esta reducción del 25% acarrea multas enormes y un posible cierre de la planta.

Créditos y compensación:

Si una planta consigue reducciones de CO₂ por encima del 25%, gana créditos por el exceso de reducciones. Las empresas pueden comprar y vender créditos al mercado de intercambio de carbono. Los compradores pueden utilizar los créditos para compensar sus emisiones de CO₂ anuales y alcanzar el objetivo del 25%.

Ejemplo: la planta X emite 10 mta. Para conseguir una reducción de emisiones del 25%, la planta X debe bajar sus emisiones 7.5 mta. Si la planta X reduce sus emisiones a 6.5 mta, gana un crédito por 1 mta. La empresa puede entonces vender ese crédito en el mercado de intercambio de carbono, y el comprador podrá restar 1 mta de sus emisiones anuales.

HOJA DE CÁLCULO DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO₂

Propietario: Planta _____

Rimo de emisiones iniciales _____ millones de toneladas al año (mta)

Escenario 1: Regulación de control y mando

Reducción de emisiones _____ mta

Coste: _____

Escenario 2: Impuesto sobre las emisiones de CO₂

Reducción de emisiones _____ mta

Coste de las mejoras: \$ _____ Tasas de carbono pagadas:\$ _____

Escenario 3: Regulación de fijación-intercambio

A. Reducciones tecnológicas en su planta:

Tecnología	Reducción de emisiones	Coste (millones de \$)
Totales:		

B. Compras y ventas de compensaciones de emisiones:

Nombre del comprador/vendedor	Compensaciones vendidas (mta)	Compensaciones compradas (mta)	Coste (millones de \$)
Totales:			

C: Cuenta final: (Emisiones iniciales)- (Reducciones tecnológicas)- (Compensaciones compradas) + Compensaciones vendidas = EMISIONES FINALES
(Coste Reducciones tecnológicas)+ (Coste Compensaciones compradas)- (Ganancia por venta de créditos) = COSTE TOTAL

CONTRATO DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES DE CO₂

En virtud del presente contrato de emisiones de CO₂ que involucra

a _____ ("COMPRADOR")

y a _____ ("VENDEDOR")

El VENDEDOR promete por la presente que a través de ciertas mejoras tecnológicas a su planta de energía en _____, ha ganado o ganará una cantidad suficiente de créditos de reducción de emisiones para cumplir sus obligaciones bajo este contrato.

El COMPRADOR accede por la presente a vender, y el VENDEDOR accede a vender créditos de reducción de emisiones de CO₂ por la cantidad de _____ millones de toneladas al año.

El VENDEDOR deberá entregar dichos créditos de reducción de emisiones de CO₂ al COMPRADOR de acuerdo con las regulaciones de la Iniciativa Norteamericana de Gases de Efecto Invernadero dentro de los 5 días posteriores a la ejecución de este contrato.

Tras la entrega de dichos créditos de reducción de emisiones de CO₂, el comprador por la presente deberá abonar al vendedor \$ _____ a través de una transferencia electrónica o cheque certificado

Firmado a este día _____ de _____ de _____ 20_____

VENDEDOR

COMPRADOR

Nombre: _____ Nombre: _____

Título: _____ Título: _____