

# Ejercicio de Simulación de Mercado de Carbono en México

## Reporte de resultados de la segunda fase<sup>1</sup>

### Contexto:

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, MÉXICO<sub>2</sub> (Plataforma Mexicana de Carbono de la Bolsa Mexicana de Valores) y Environmental Defense Fund (EDF) se aliaron en 2017 para realizar un ejercicio de simulación del mercado de carbono con la participación voluntaria de empresas de distintos sectores. Los principales objetivos de este ejercicio de simulación son:

- 1) La construcción de capacidades en el sector privado mediante la experiencia práctica sobre el funcionamiento de un mercado de carbono.
- 2) Contribuir a que el sector privado esté mejor informado para participar en los procesos de diálogo en torno al diseño de un SCE en México.

En este ejercicio se utiliza una plataforma que reproduce muchos de los elementos de un SCE de manera realista, utilizando información (compañías, emisiones, costos de abatimiento de emisiones, etc.) así como recursos económicos ficticios. En cada simulación participan personas así como una gran cantidad de *bots* con inteligencia artificial.

Esta iniciativa comprende: una fase de talleres sobre cambio climático, teoría de sistemas de comercio de emisiones y sobre el uso de la plataforma de simulación (CarbonSim) y tres fases de simulaciones en

---

<sup>1</sup> Este documento resume para un público amplio los resultados de la segunda fase del ejercicio de simulación. También existe un reporte con los resultados de la primera simulación que contiene una sección de contexto más amplio para esta iniciativa.

línea con una duración de entre 3 y 10 semanas. Este documento resume para un público amplio los resultados de la segunda simulación en línea.

## Segundo ejercicio de simulación – Parámetros de la simulación

Entre el 29 de enero y el 9 de marzo de 2018 se llevó a cabo la segunda fase de la simulación en línea de este Ejercicio, en la cual participaron 88 personas de 80 compañías e instituciones divididas en tres diferentes grupos (A, B y C) que interactuaron de manera simultánea.

La simulación consistió en la participación en un Sistema de Comercio de emisiones con las siguientes características:

Para los tres equipos A, B y C:

- Una duración de seis años virtuales del sistema
- Un límite inicial de emisiones para todo el sistema de 355,850,000 ton de CO<sub>2</sub>e
- Una reducción anual del límite de emisiones del 3% (9% en 3 años)<sup>2</sup>
- Todas las instalaciones participantes tienen un crecimiento de emisiones anual entre el 2 y 5%
- Todas las instalaciones reciben derechos de emisión (DEM) gratuitos del 90% de sus emisiones anuales
- Se permitió transferir DEM y créditos de compensación (offsets) excedentes en un año a los siguientes hasta el 100% de su obligación de cumplimiento
- Se permitió el uso de créditos de compensación hasta un 10% de la obligación de cumplimiento
- En cada año virtual se realizaron 4 subastas de DEM (abiertas unas horas al día)
- Se manejó un precio mínimo y máximo en las subastas de entre \$40 y \$300 (moneda ficticia)
- En todo momento se pudieron hacer ofertas de compra o posturas de venta en el mercado regulado (Exchange market) o enviar posturas de venta “sobre el mostrador” (OTC) a otros participantes (solo humanos, no bots)
- En el mercado regulado se implementó un control de volatilidad de precios que no permite efectuar posturas de compra o venta que excedan el precio de la última transacción en  $\pm 10\%$ .
- Por cada DEM faltante a fin de año, se implementó una multa de \$300 y se asignó 1 DEM menos en el siguiente año a cada participante en incumplimiento.

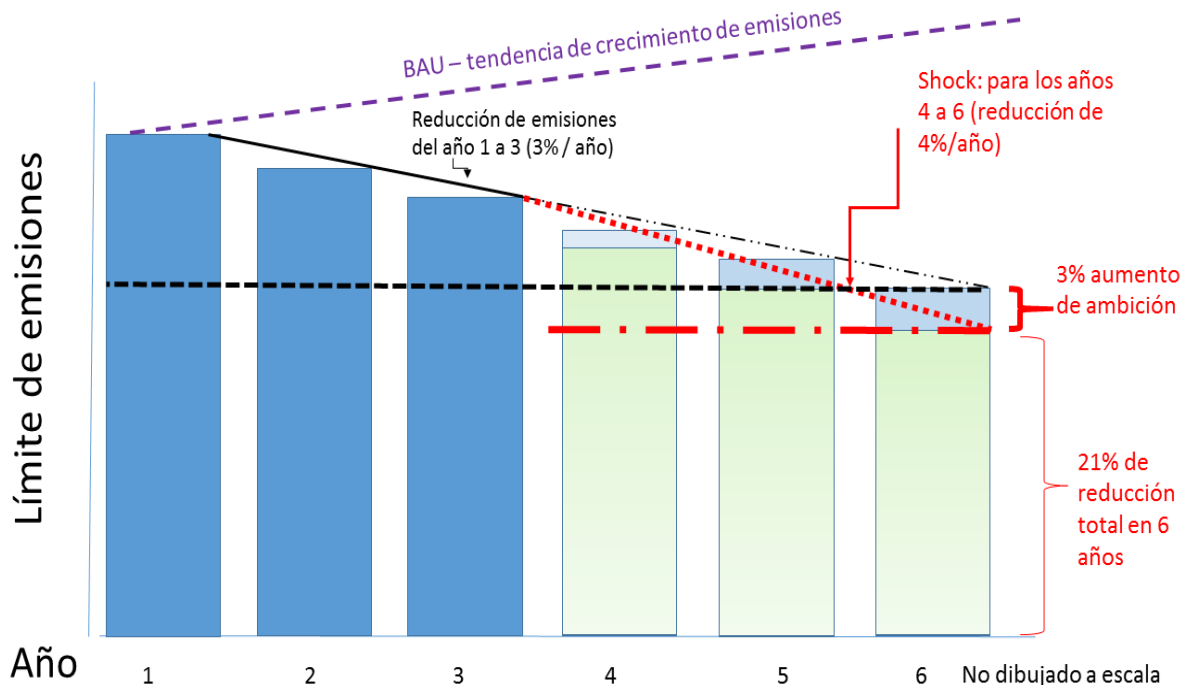
Diferencias entre equipos A/B y C.

- Los participantes de los equipos A y B contaron con un presupuesto limitado de \$100 USD por tonelada esperada de cumplimiento durante los 6 años (considerando una reducción anual de las emisiones del 3%).
- Los participantes del equipo C contaron un presupuesto prácticamente ilimitado para implementar su estrategia de cumplimiento.

---

<sup>2</sup> Al finalizar el tercer año de la simulación se anunció un Shock en el mercado (un cambio inesperado en los parámetros de la simulación). La reducción anual de emisiones se incrementó al 4% para los tres años restantes.

## Primer ejercicio de simulación – Objetivos de la Simulación



### El reto a resolver cada año:

Todos los participantes comenzaron con una mayor cantidad de emisiones que de DEM (se les asigna el primer año el 90% de sus emisiones como DEM gratuitos). La asignación gratuita de DEM disminuye 3% por año, y las emisiones de todas las empresas aumentan entre el 2 y el 6% anual. En el año 4 se introdujo un cambio a los parámetros de los tres grupos de la simulación y se aumentó la reducción de emisiones al 4% (en total 21% de reducción en los 6 años).

En general, los objetivos que persiguen los participantes en la simulación son:

- Cumplir con la regulación cada año (resolver la situación de tener más emisiones que derechos de emisión).
- Cumplir con la regulación al menor costo posible.

Para cumplir con la regulación cada año al menor costo posible los participantes deben considerar en su proceso de toma de decisiones la información que se brinda en la plataforma sobre los costos de acciones de abatimiento que pueden implementar y los distintos precios para los DEM y créditos de compensación en las subastas y en el mercado secundario (los precios son distintos dependiendo del mercado y el producto y cambian en el tiempo).

## Segundo ejercicio de simulación - Resultados finales

Los tres grupos de participantes obtuvieron resultados muy similares en cuanto a cumplimiento (Tabla 1).

En los tres equipos hubo una alta tasa de cumplimiento; 84% para los tres equipos vs 82% en la primera fase de la simulación. El porcentaje de multas también se redujo al 16% en comparación con un 18% en la primera fase de la simulación

La meta ambiental en los tres equipos se cumplió e incluso se sobrepasó. Los parámetros de la simulación estaban diseñados para obtener un 21% de reducción de las emisiones y se redujeron en un 22.3%, 23.7% y 47.6% respectivamente. Los equipos A y B redujeron las emisiones un poco más de lo esperado y el equipo C (que contaba con un presupuesto mucho mayor redujo más del doble de lo requerido). Esto se debió a la implementación de demasiadas iniciativas de abatimiento por los participantes. Este sobre-abatimiento resultó también en un exceso de DEM. Al final de la segunda fase de la simulación un número significativo de participantes tenía un gran excedente de DEM en los tres grupos.

**Tabla 1. Resumen de resultados para los seis años - Cumplimiento**

	A	B	C (\$\$\$)
Unidades en incumplimiento	30	41	12
Emisiones esperadas	2,347,749,089	2,351,049,270	2,349,632,329
No. promedio de abatimientos implementados	2.4	2.3	4.2
Reducciones por abatimientos	502,108,977	546,432,330	1,107,560,275
Offsets utilizados	20,732,768	10,158,481	10,139,021
Emisiones reducidas	522,841,745 (22.3%)	556,590,811 (23.7%)	1,117,699,296 (47.6 %)
Emisiones post abatimiento	1,824,907,344	1,794,458,459	1,231,933,033

En cuanto a los costos de cumplimiento hubo grandes diferencias en los resultados (Tabla 2). El rango de costos marginales de cumplimiento por tonelada entre los participantes humanos varió entre - \$39.40 y \$143 (lo que refleja ganancias de \$39.40 por cada tonelada de cumplimiento, pero también costos de hasta \$143 por cada tonelada, considerando que la multa por cada tonelada faltante tiene un costo de \$300). La diferencia fue muy significativa tanto al interior como entre distintos equipos. El rango de costos marginales de cumplimiento fue significativamente menor en esta segunda fase de la simulación en comparación con los resultados de la primera fase (entre -\$213 y \$418).

Las decisiones y conductas de los participantes en el mercado generaron estos resultados tan diversos en términos de costos y dinámicas de precios. Los precios de los DEM y créditos de compensación fueron significativamente distintos en los tres grupos. Particularmente el equipo C, que contó con un mayor presupuesto y generó los precios más altos para los DEM y offsets (más del doble que los precios en los equipos A y B). La recaudación de las subastas fue significativamente mayor en el equipo C a pesar de ser el equipo donde menos DEM se adquirieron en las subastas. Esto se debió a los altos precios a los que se liberaron.

**Tabla 2. Resumen de resultados del Sistema – Costos de cumplimiento**

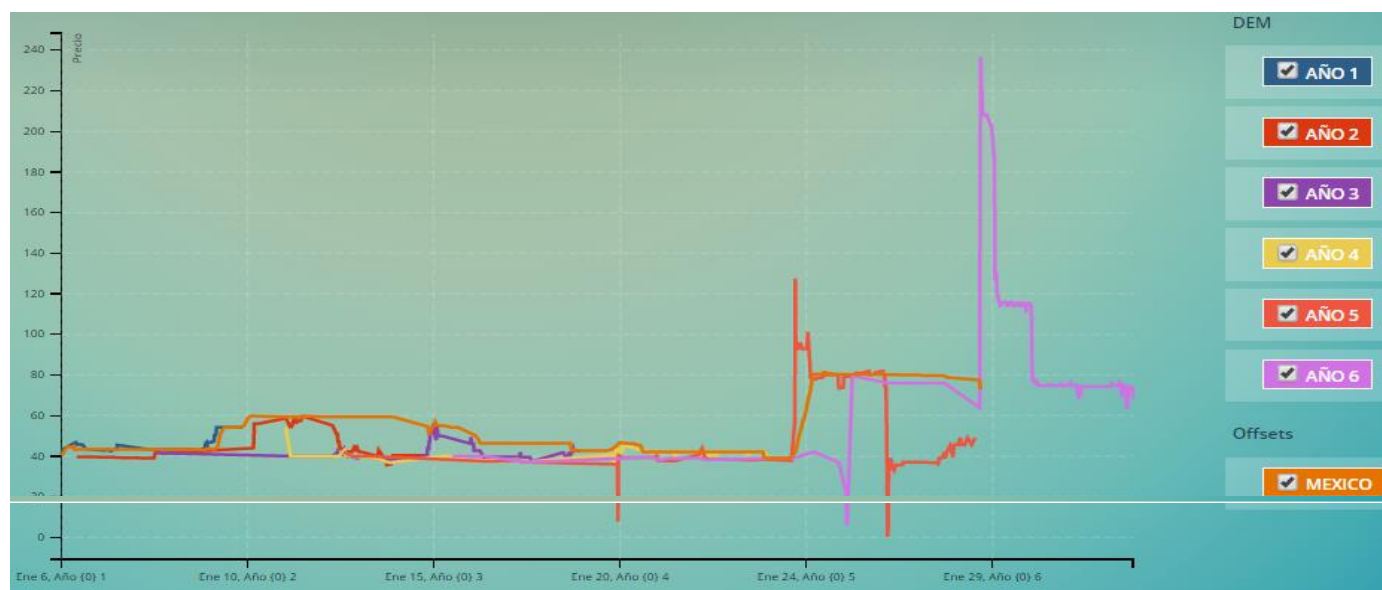
	A	B	C (\$\$\$)
DEMs por subastas	165,119,311	149,351,010	119,299,157
Precio promedio DEMs	\$56	\$61	\$140
Recaudación por subastas	\$9,177,830,222	\$9,080,077,907	\$16,624,010,372
Offsets utilizados	20,732,768	10,158,481	10,139,021
Precio promedio offsets	\$53	\$60	\$136
Unidades en incumplimiento	30	41	12

Ingresos por multas	\$4,599,967,800	\$10,366,001,700	\$789,349,200
Costo marginal de cumplimiento (\$/tCO <sub>2</sub> e)	\$(-39.40) - \$109.63	\$(-9.38) - 110.28	\$(-18.60) - 143.62

Los comportamientos de los mercados (tendencias de precios de los DEM y créditos de compensación fueron también muy distintos en los tres grupos), véanse figuras 1, 2 y 3.

Gráficos de comportamiento de los precios para DEM y créditos de compensación en los tres grupos:

Fig. 1 Comportamiento del mercado regulado durante los 6 años Grupo A

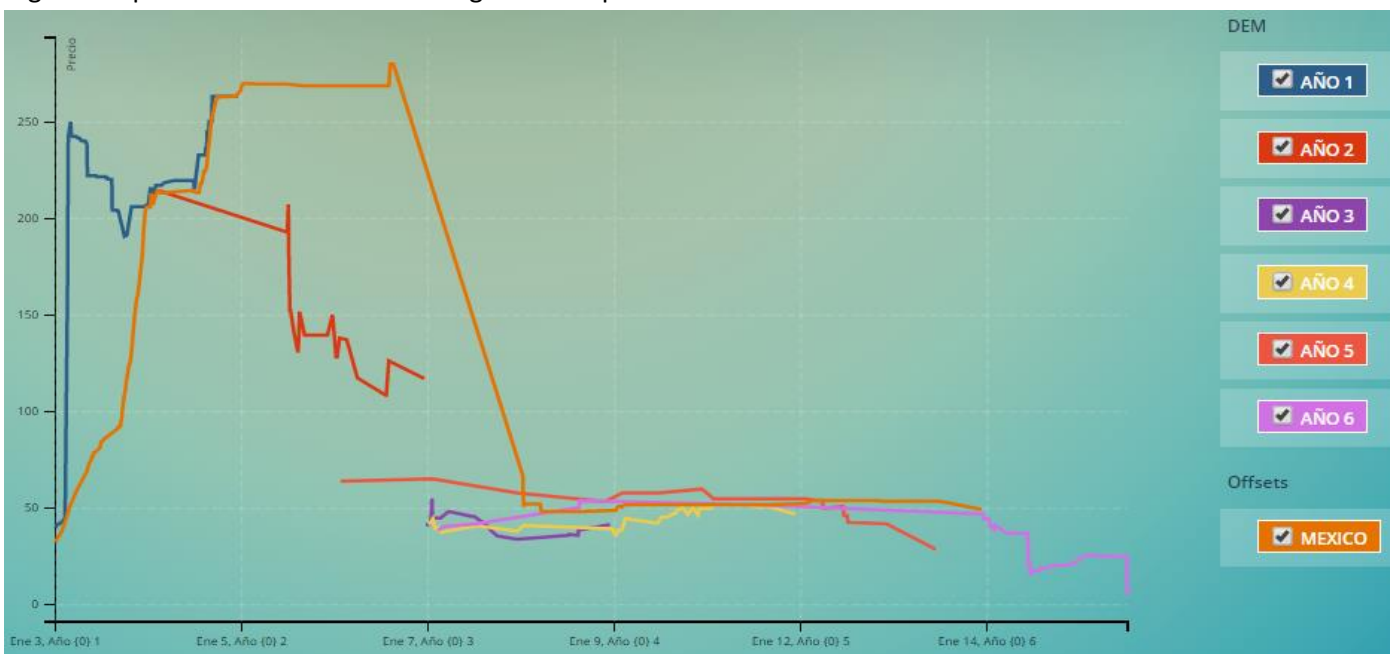


En el equipo A el precio de los DEM y offsets se mantuvo los primeros 4 años entre \$40 and \$60, y hubo una mayor volatilidad y mayores precios en los últimos años. El pico de precio se debió a las acciones de participantes.

Fig. 2 Comportamiento del mercado regulado Grupo B



Fig. 3 Comportamiento del mercado regulado Grupo C



En el equipo C se presentaron precios tanto de DEM como de offsets muy elevados los primeros dos años, cercanos al precio techo de las subastas. Entre los años 3 y 5 los precios se mantuvieron muy estables, aproximadamente entre los \$30 y los \$70. El precio de los DEM cayó hasta los \$5 en el último año.

## Principales aprendizajes y desafíos

Los principales aprendizajes incluyeron:

- 1) La cuidadosa consideración sobre la implementación de abatimientos, tomando en cuenta principalmente los costos de la inversión, los tiempos para la puesta en operación y los costos marginales de abatimiento por tonelada y el total de reducciones que se generaran en cada año y a lo largo de la simulación. Cuando los participantes y bots en su conjunto implementan demasiados abatimientos se genera una sobre oferta de DEM. En ocasiones se invierte demasiado en el abatimiento y no es posible obtener un retorno vendiendo el excedente en el mercado secundario. Una cantidad significativa de participantes perdieron derechos de emisión debido al límite de transferencia de DEM al año siguiente. Todo esto genera mayores costos de cumplimiento para los participantes y para el sistema en general.
- 2) Es importante el cuidadoso monitoreo de cada uno de los mercados para informar la mejor toma de decisiones. Es importante leer el nivel de suscripción de las subastas y los precios de liberación de estas para los distintos productos; una baja suscripción de las subastas y precios bajos suelen indicar un mercado largo, con un excedente de DEM. También es importante monitorear el mercado secundario, si existe oferta y o demanda, si se está comerciando en el mercado regulado o el mercado OTC, los precios y tendencias; no sólo para los DEM del año en curso, sino para todos los años de vigencia (vintages).