

Resumen ejecutivo

Evaluación de los beneficios medioambientales de la energía renovable y la eficiencia energética en América del Norte: experiencia y métodos

Preparado por Geoffrey Keith, Bruce Biewald y Anna Sommer, Synapse Energy Economics y Partick Henn, Helios Centre, Miguel Breceda, Energy Matters

Para la Comisión para la Cooperación Ambiental

Cuando una nueva central de energía se incorpora a un sistema eléctrico regional, la nueva planta afecta al sistema de múltiples maneras. Suponiendo que las cargas regionales permanecen iguales, es probable que la nueva planta reduzca la operación de otra unidad o unidades generadoras del mismo sistema. De otra manera, todas las plantas del sistema podrían seguir funcionando al mismo nivel, lo que causaría mayores exportaciones (o menores importaciones) a los sistemas vecinos. El nuevo equipo de eficiencia energética tiene un efecto similar: como la demanda disminuye, las unidades generadoras del sistema local bajan sus operaciones o cambian las transacciones con los sistemas vecinos. El resultado, sea de una nueva unidad generadora sea de una demanda reducida, muy probablemente será un cambio neto en las emisiones atmosféricas a lo largo de los sistemas interconectados.

Desde el decenio pasado ha habido un interés creciente en toda América del Norte por conocer los efectos de las emisiones netas de recursos específicos que se podrían incorporar (o ya lo han hecho) a los sistemas regionales de electricidad. Sin embargo, calcular los efectos de estas emisiones de manera integral y precisa es un proceso complejo. La Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) está interesada en promover una metodología comparable para calcular las emisiones desplazadas a raíz de la energía renovable y la eficiencia energética en la región con objeto de propiciar tanto el comercio cuanto el desarrollo de las tecnologías correspondientes. Si bien hay multitud de políticas y mecanismos de mercado que tienen el potencial de apoyar estas tecnologías, sus posibilidades son hasta cierto punto limitadas por el reto de cuantificar los beneficios ambientales. Por ello, métodos confiables y comparables para medir esos beneficios pueden ayudar a garantizar que las políticas y los mecanismos, así como las tecnologías que se desarrollen para sustentarlos, alcancen su potencial. Además, los métodos comparables de medición de estos beneficios, así como su difusión, propician la conciencia ciudadana al demostrar de modo consistente la contribución de estas tecnologías a la calidad de vida.

Este documento explora los aspectos metodológicos relevantes relacionados con el cálculo de los efectos netos en la atmósfera de los nuevos recursos en los sistemas de electricidad. Asimismo, se estudian 14 proyectos emprendidos en América del Norte en los cuales se han calculado los efectos de recursos específicos en las emisiones, tanto de proyectos de energía renovable como de programas de eficiencia energética. Por último se revisan brevemente las diversas opiniones de los principios que han de constituir el telón de fondo de esta clase de trabajo.

Hay dos tareas implícitas en el cálculo de los efectos en las emisiones de los recursos específicos de generación y los programas de eficiencia energética, a saber:

- cuantificar la energía eléctrica (esperada) generada o ahorrada, y
- predecir de qué manera el o los sistemas de electricidad regionales reaccionarán (o reaccionaron) a la energía ahorrada o generada.

Para la realización de cada una de estas empresas se puede recurrir a una variedad de métodos y herramientas analíticas; los específicos para determinado proyecto dependen básicamente de los recursos disponibles y de los propósitos para los cuales se calculan las emisiones evitadas, y por lo tanto el grado de certeza requerido en las aproximaciones. Por lo general los cálculos con mayor precisión también requieren mayor inversión de recursos.

El primer paso para predecir las emisiones evitadas es cuantificar la energía adicional que producirá el recurso en cuestión, cuándo y en dónde se producirá la energía, y si habrá emisiones atmosféricas asociadas. Al evaluar un posible nuevo recurso se debe predecir cómo funcionará el equipo generador o de eficiencia energética en el marco del sistema eléctrico regional. Cuando se aquilata un recurso existente se debe comprender cómo ha funcionado: cuándo producía energía y qué tanto. Por lo general, el cálculo de los efectos de un recurso existente es más sencillo que el de los de un nuevo recurso, ya que la energía generada o ahorrada por el primero es conocida y no será necesario predecirla.

La manera más simple de pronosticar el desempeño de un nuevo recurso es calcular su funcionamiento con base en la operación típica de esa clase de recursos. Los enfoques más complejos incluyen: a) datos sobre la producción por hora de un proyecto similar al posible recurso, y b) modelación del funcionamiento del recurso en el marco del sistema regional de energía. Estos dos últimos enfoques son más intensivos en medios, pero brindan resultados más certeros que un análisis basado en un cálculo aproximado de la producción del recurso en cuestión.

Además de predecir el desempeño del nuevo recurso, se debe detectar cualesquiera emisiones atmosféricas derivadas de éste para calcular sus efectos netos en el aire. Algunos recursos renovables, como los proyectos que entrañan la biomasa o el gas de vertederos, despedirán emisiones atmosféricas. La información sobre las tasas de emisión de estas clases de recursos está disponible en las dependencias federales de Canadá, Estados Unidos y México y en las asociaciones del comercio de energía renovable.

El segundo paso en el proceso es comprender cómo el recurso de marras afectará (o afectó) al sistema regional, para lo cual se suelen usar tres métodos.

1. **El análisis de las emisiones desplazadas y los índices de emisión marginales por tiempo específico.** Los modelos de simulación por computadora se pueden usar para predecir las emisiones desplazadas mediante la simulación del funcionamiento del nuevo recurso en el sistema regional. Estos modelos también se pueden usar para derivar las tasas marginales de emisión en diversos periodos que luego se pueden usar para calcular las emisiones desplazadas a raíz de una variedad de políticas y proyectos.
2. **Factores de emisión de nuevas plantas o del retiro de éstas.** Los índices de emisiones desplazadas se pueden formular con base en las tasas de emisión de las nuevas plantas que se proyecta añadir al sistema en el largo plazo (de cinco a 20 años) y las viejas plantas que se prevén retirar.
3. **Factores de emisión promedio del sistema.** Estos índices se calculan simplemente dividiendo las emisiones totales del sistema entre la generación total de éste. Luego se aplica el factor de emisión al producto del proyecto específico para calcular las emisiones desplazadas.

Para decidir cuál de estos métodos usar se debe considerar si el análisis se centrará en el corto o en el largo plazo o en los dos. Si se trata de estudios de pocos años (unos cinco) los factores de

emisión marginales brindan cálculos más certeros. En estos análisis se intenta comprender de qué manera los recursos en cuestión afectarán al sistema eléctrico *existente*. Como los modelos de repartición de la carga pueden simular en detalle el funcionamiento del sistema, si se mantienen constantes los otros factores, aquéllos ofrecen las evaluaciones más confiables de cómo los recursos específicos afectan el funcionamiento del sistema. Para evaluar un recurso específico con el citado modelo se simula el funcionamiento del sistema con y sin el recurso y se comparan los dos escenarios. Luego se pueden identificar las plantas específicas que operaron menos con el nuevo recurso. Sin embargo, los modelos de repartición de la carga son intensivos en trabajo y pueden ser costosos. Para los proyectos que no requieren un alto grado de certeza se podrían usar índices de emisión marginales del sistema derivados con uno de esos modelos, en lugar de modelar cada recurso por separado. Hasta la fecha dichos índices se han desarrollado para algunas regiones de Estados Unidos. Cuando no se dispone de ellos, es preciso usar tasas de emisión marginales aproximadas del sistema. Tal aproximación se deberá basar en la clase de unidades generadoras que operan en el margen del sistema local de electricidad durante diversos periodos.

En los proyectos en que se usa un cálculo de las tasas de emisión del sistema en lugar de la modelación de repartición de la carga es importante usar un cálculo de las emisiones *marginales* del sistema más que las respectivas emisiones *promedio*. El uso de los factores promedio de éstas puede dar lugar a resultados muy erróneos, ya que éstos incluyen las emisiones de muchas plantas (como los recursos de la carga base) que rara vez son afectadas por la nueva generación o los reducciones de la carga. Por ejemplo, en numerosas regiones las hidroeléctricas y las centrales nucleares, con bajísimas emisiones atmosféricas, proporcionan gran parte de la energía de la carga base. Si se calcula un promedio ponderado del sistema, estas tasas de emisiones atmosféricas extremadamente bajas afectan de manera considerable el resultado. Como la mayoría de los nuevos recursos prácticamente no afectan la operación de estas unidades, es éste un índice a todas luces inadecuado para evaluar los efectos atmosféricos de los nuevos activos.

Para los análisis de largo plazo lo medular es: ¿cómo el recurso hoy incorporado afectará el establecimiento de nuevas plantas o el retiro de otras? En el largo plazo las decisiones que tomen los dueños de las centrales eléctricas y quienes desarrollan nuevas instalaciones tomarán en cuenta muchos de los cambios en el sistema regional ocurridos en el corto plazo. El aumento de la oferta provista por una nueva planta tiene dos efectos importantes. Primero, disminuye la demanda de nuevas plantas, y segundo, reduce los precios del mercado, lo que presiona económicamente a las plantas menos competitivas de la región. Mediante esta última dinámica en realidad una planta nueva motiva el retiro de las plantas menos competitivas. A la luz de esta situación, la pregunta de qué clase de unidades generadoras se agregarán y retirarán es en extremo importante para predecir las emisiones desplazadas en el largo plazo.

Así, el segundo de los métodos citados —factores de emisión de nuevas plantas o retiro de ellas— es mejor para evaluar los efectos atmosféricos de largo plazo. Con este método se puede predecir la clase de plantas que probablemente se incorporen al sistema y las que se retiren, y desarrollar factores de emisión que reflejen a esas clases de plantas. Se pueden pronosticar las plantas nuevas y las que se retirarán ya sea con un modelo de proyección de energía o con base en opiniones bien informadas.

Por último, en un estudio centrado en los efectos tanto de corto como de largo plazos de determinado recurso idealmente se deberían usar los factores de emisiones marginales del sistema para los años inmediatos y los factores de emisión de las nuevas planta y las que cerrarán sus puertas en el largo término. Esta aproximación ofrece la representación más precisa del modo en que el recurso afectará al sistema en el tiempo. Cabe señalar que es más factible que haya más

certeza en torno a los cálculos de las emisiones desplazadas en el corto plazo, ya que se conocen las plantas existentes del sistema, mientras que los índices derivados de las nuevas y las que se retiren se basan en una predicción de las que abrirán y las que cerrarán.

Hoy en día está en marcha un amplio abanico de trabajos, tanto en América del Norte como en otras partes, que tal vez aumente la certeza y la fidelidad de los cálculos de reducción de las emisiones durante los años por venir. Revisamos 14 proyectos en los que se han calculado los efectos atmosféricos netos. Muchas de estas estimaciones se basan en los índices de emisiones promedio del sistema, pues no se dispone de otra información que analizar. Algunos cálculos se basan en las tasas de emisión marginales del sistema, calculadas o formuladas mediante una modelación de despacho. En ninguno de los proyectos aquí revisados se evaluaron los efectos de un recurso específico con modelos de repartición de la carga.

Asimismo, varios proyectos en marcha están centrados en el desarrollo de los principios para guiar los cálculos de reducción de misiones y producir métodos estandarizados para hacer tales estimaciones.