

Institute for Advanced Research in Business and Economics (INARBE), Universidad Pública de Navarra (UPNA). Modelos de estimación de eficiencia y modelos de equilibrio general aplicado

*Pablo Arocena y Antonio G. Gómez-Plana**

El Institute for Advanced Research in Business and Economics (INARBE) es un centro de investigación de la Universidad Pública de Navarra que aglutina a más de cincuenta investigadores en el ámbito del análisis económico de organizaciones, mercados y políticas públicas. Además del desarrollo de la investigación académica, tanto teórica como aplicada, INARBE pretende ser un instrumento para impulsar la transferencia de conocimiento a los agentes económicos y sociales de nuestro entorno.

En materia de modelización energética, llevamos a cabo dos líneas de trabajo centradas en el análisis de la eficiencia energética. La primera tiene como objetivo el desarrollo de marcos y modelos para la estimación de las ganancias potenciales de eficiencia en el uso de la energía que pueden alcanzarse en los distintos sectores económicos. La segunda tiene como objetivo la evaluación de las consecuencias económicas y medioambientales de la mejora en la eficiencia en la utilización de la energía como factor de producción a través de modelos de equilibrio general aplicado. Ambas líneas se están desarrollando en la actualidad en el marco del proyecto “Efficiency, innovation, competitiveness and sustainable Performance” del Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación Orientada a los Retos de la Sociedad Ministerio de Economía y Competitividad (ECO2017-86054-C3-2-R, AEI/FEDER,EU).

* Institute for Advanced Research in Business and Economics (INARBE).

1. LA ESTIMACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

El uso eficiente de la energía y la promoción del ahorro energético ocupa un lugar destacado en la agenda económica y medioambiental de muchos países. Así, la mejora de la eficiencia energética constituye uno de los pilares del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030, PNIEC. La eficiencia energética de una economía generalmente se representa mediante la tasa de la intensidad energética agregada, calculada como la relación entre la energía consumida y el PIB. No obstante, no existe una medida única y generalmente aceptada de eficiencia energética. Básicamente, la medición de la eficiencia se fundamenta en la idea de comparar el desempeño real de una unidad económica con el desempeño óptimo que permite la tecnología. Sin embargo, este límite tecnológico no es directamente observable, por lo que debe estimarse empíricamente a partir de los datos.

Los modelos de análisis frontera para el análisis de la eficiencia y productividad son metodologías que permiten la estimación de distintas dimensiones relacionadas con la eficiencia productiva (y en general con diversas medidas de desempeño o *performance*), así como la identificación de sus fuentes y determinantes. Estas metodologías se agrupan fundamentalmente en dos familias genéricas: el análisis de fronteras estocásticas (basado en modelos econométricos) y el *Data Envelopment Analysis* (basado en modelos de programación lineal). Independientemente del tipo de enfoque metodológico adoptado, el objetivo es la estimación de una frontera de producción (o de costes) a partir de las mejores prácticas observadas. Esa frontera sirve como referencia para el resto de unidades que se analizan, de tal forma que la medida de la *performance* de una unidad (una empresa, una región, un país) viene definida por su distancia a esa frontera. En nuestro trabajo, aplicamos estas metodologías para la estimación de la (in)eficiencia energética y medioambiental, permitiendo cuantificar las posibilidades de mejora en la utilización de los recursos, la reducción del consumo energético y emisiones.

En Arocena, Gómez Gómez-Plana y Peña (2016a) analizamos el cambio de intensidad energética combinando el enfoque clásico de descomposición de números índice (en concreto el *Logarithmic Mean Divisia Index*) con métodos frontera de eficiencia. Aplicamos este marco para descomponer y analizar las fuentes del

cambio observado en la intensidad energética de las industrias manufactureras españolas durante el período 1999-2007 a partir de datos regionales. El análisis permite entre otras cosas, identificar un potencial importante para reducir el consumo de energía en la industria manteniendo el nivel de producción observado en cada uno de los sectores, tanto a través de la eliminación de la ineficiencia técnica en el uso de la energía como mediante cambios en la combinación del resto de factores.

2. LOS EFECTOS DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA: SIMULACIÓN MEDIANTE EL DESARROLLO DE MODELOS DE EQUILIBRIO GENERAL APLICADO

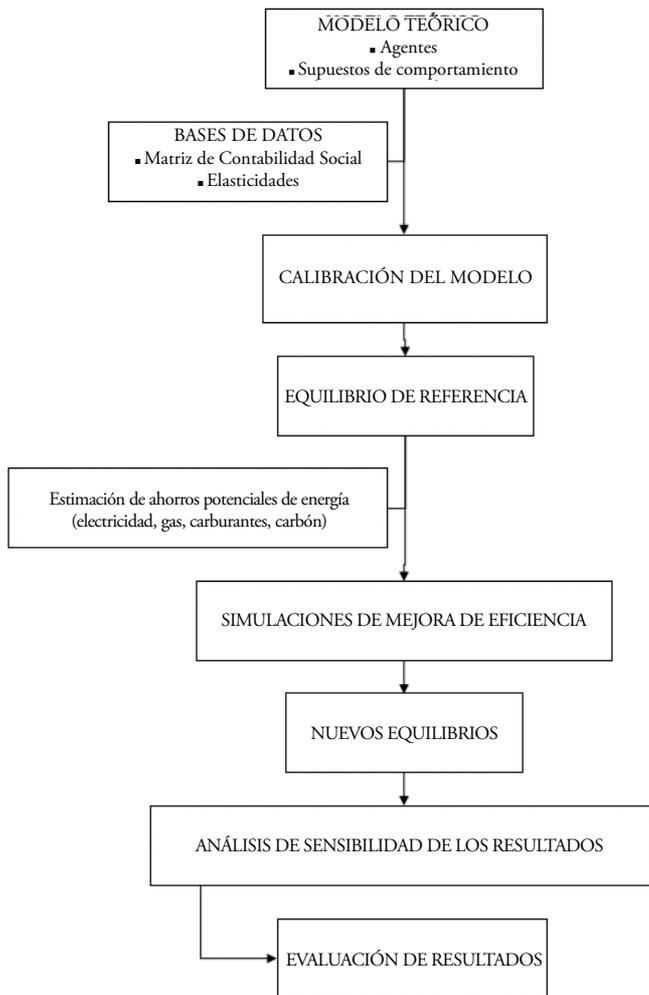
Los modelos de equilibrio general computacional o aplicado (MEGA o *CGE models*, en terminología inglesa) forman parte del conjunto de modelos *top-down* capaces de evaluar endógenamente las interacciones entre los distintos mercados de bienes y factores que existen en una economía. La figura 1 muestra el método de análisis con un modelo de equilibrio general aplicado.

Se parte de un modelo teórico que intenta ser una representación simplificada de la economía de un país. A través de ecuaciones en el modelo se muestran los comportamientos de los agentes, tales como consumidores y productores, además de poder incluir también el sector público y el sector exterior (véase figura 2). Este sistema de ecuaciones viene determinado por supuestos como los comportamientos optimizadores de ciertos agentes, el establecimiento de reglas de fijación de precios por parte de los productores, la consideración de determinadas formas funcionales para las ecuaciones del modelo o el carácter exógeno, endógeno o calibrado de las variables representadas, entre otros.

Estos modelos parten de la extensión de las tablas *input-output* a matrices de contabilidad social (SAM) como una de sus bases de datos fundamentales. Permiten la simulación de cambios puntuales en las decisiones de política económica, de uso de la tecnología y de comportamiento de la demanda, así como representar en detalle la relación entre las tecnologías utilizadas y las fuentes energéticas requeridas, o la cuantificación del volumen de emisiones contaminantes o de gases de efecto invernadero. Por ello, su papel como modelos de simulación está ampliamente reconocido en el ámbito energético y medioambiental.

Figura 1

Método de análisis con un modelo de equilibrio general aplicado

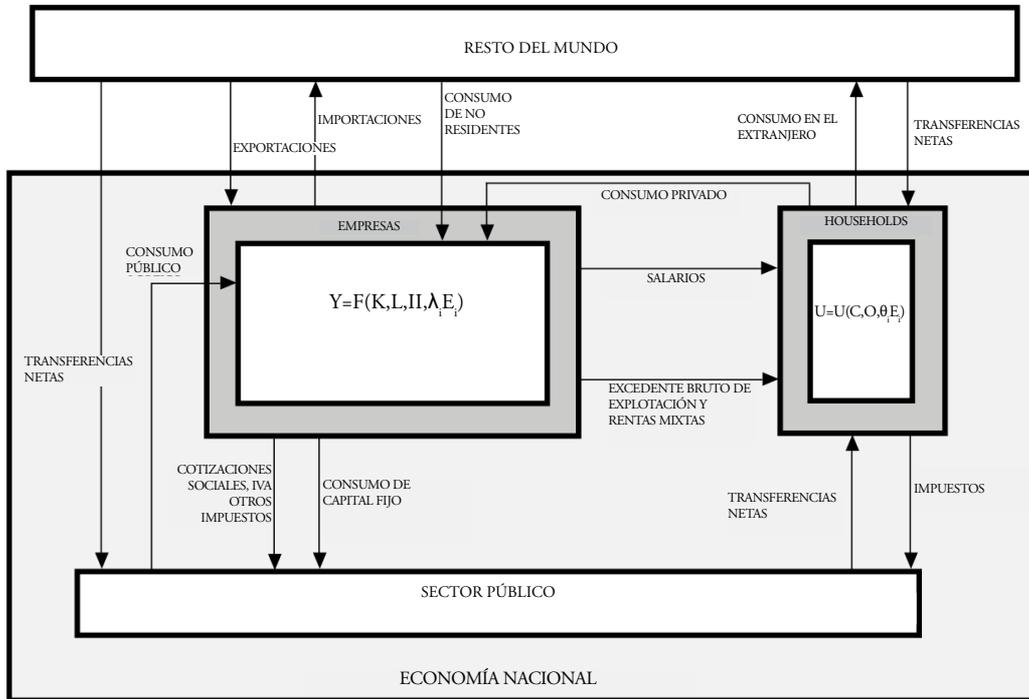


Fuente: Elaboración propia.

Los modelos parten de una concepción de equilibrio walrasiano, bajo una serie de supuestos estructurales. Estos supuestos consisten en la definición de un comportamiento de los productores y de unas preferencias de los consumidores, que pueden tener un alto nivel de desagregación sectorial. Presentan, por tanto, una aproximación que permite detectar cómo un cambio en un sector o en un agente concreto de un país, u otra área geográfica, puede afectar al conjunto de la economía representada. Los modelos evalúan endógenamente los cambios en precios y cantidades, y están sujetos a restricciones de carácter tecnológico y de dotación de factores de la economía.

Figura 2

Representación simplificada de una economía



Fuente: Elaboración propia.

En este sentido, hemos desarrollado un primer modelo de equilibrio general aplicado para analizar el impacto que tendría una mejora de la eficiencia en el uso de la energía en la economía española. El modelo es un MEGA estático que describe una economía abierta, desagregada en 27 sectores productivos, con 27 bienes de consumo, un consumidor representativo, un sector público, y el resto del mundo. El modelo permite simular el impacto que tendría una mejora de la eficiencia en el uso de la energía como *input* intermedio y como consumo final, recogido en las funciones de producción de las empresas y en las funciones de utilidad de los hogares representadas en la figura 2. Por un lado, el análisis tiene como principal objetivo predecir la magnitud de los potenciales efectos rebote, es decir, la posibilidad de que la mejora de la eficiencia energética pueda llevar a reducciones (o incluso aumentos) del consumo de energía menores de lo esperado. Además, permite identificar en qué sectores y en qué tipos de energía

este efecto puede ser más intenso. Por otra parte, posibilita anticipar las consecuencias que podrían derivarse de una mejora de la eficiencia energética en las variables a nivel macroeconómico: variaciones en el empleo, las rentas de los factores y el PIB. Arocena, Gómez-Plana y Peña (2016b) presentan una breve descripción del modelo y sus principales resultados.

En la actualidad se está trabajando en diversas extensiones de este modelo básico. Asimismo, se pretenden estimar las mejoras potenciales de eficiencia de forma individual para distintas energías en industrias concretas de la economía española, con el fin de simular sus efectos a través del MEGA, tal y como se recoge en la figura 1.

REFERENCIAS

AROCENA, P., GÓMEZ GÓMEZ-PLANA, A. y PEÑA, S. (2016a). A Decomposition of the Energy Intensity Change in Spanish Manufacturing. En: J. APARICIO, C. A. K. LOVELL y J. T. PASTOR (Eds.), *Advances in Efficiency and Productivity*, pp. 365-390. Springer.

— (2016b). La eficiencia energética, el efecto rebote y el crecimiento económico. *Papeles de Energía*, 2, pp. 39-63. Madrid: Funcas.