



## COMUNICACIÓN

**Título:** Una contabilidad de emisiones basada en la energía vendida y consumida

**Autores y e-mails de todos:** Luis Antonio López ([Luis.LSantiago@uclm.es](mailto:Luis.LSantiago@uclm.es)); María Ángeles Cadarso ([Angeles.Cadarso@uclm.es](mailto:Angeles.Cadarso@uclm.es)); Mateo Felipe Ortiz ([MateoFelipe.Ortiz@uclm.es](mailto:MateoFelipe.Ortiz@uclm.es))

**Departamento:** Análisis Económico y Finanzas

**Universidad:** Universidad de Castilla-La Mancha

**Área Temática:** *(indicar el área temática en la que se inscribe el contenido de la comunicación)*

**S15 – Análisis input-output y medio ambiente. Teoría y aplicaciones**

**Resumen:** *(máximo 300 palabras)*

La sentencia Shell, dictada por un tribunal de la Haya, establece que la compañía petrolera Shell debe reducir en 2030 un 45% todas sus emisiones, incluidas las que llevan a cabo sus clientes por el uso de su producto (The Hague District Court, 2021). Esto significa que dicha empresa y el resto de las empresas energéticas deberían ser al menos corresponsables del impacto ambiental que su producción realiza aguas abajo, es decir, una vez que dichas mercancías son vendidas a los clientes. El objetivo de este artículo es el desarrollo de una metodología, en un entorno multirregional input-output, capaz de computar cómo cambia la responsabilidad de los distintos sectores y países de la economía mundial si las empresas energéticas se hicieran responsables también de las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas del uso que hacen sus clientes de los bienes que les suministran (emisiones aguas abajo) y no solo de las emisiones derivadas de la producción de sus productos (emisiones aguas arriba), como mide actualmente la metodología input-output. Para ello, definimos, por un lado, un criterio de contabilización basado en la energía vendida que cuantifica las emisiones de carbono de las empresas energéticas en función de las emisiones asociadas tanto a su producción como al suministro de bienes energéticos que realizan al resto de empresas de la economía. Por otro lado, la medida de contabilización de emisiones basada en la energía consumida supone una reconfiguración de la responsabilidad asociada a la huella de carbono de las distintas ramas y países del conjunto de la economía, ya que cuantifica las emisiones asociadas al uso directo e indirecto de bienes energéticos que realizan las empresas que suministran a la demanda final. Esta metodología tiene la ventaja de ajustar más el cálculo de las responsabilidades a nivel de empresa.

**Palabras Clave:** *(máximo 6 palabras)* modelos multirregionales input-output, emisiones de CO<sub>2</sub>, criterios de asignación de emisiones, heterogeneidad empresarial.

**Clasificación JEL:** C67, F18, Q56

## 1. Resumen ampliado

Here we have our bridge between theory and facts in economics. It is a bridge in a very literal sense. Action at a distance does not happen in economics any more than it does in physics. The effect of an event at any one point is transmitted to the rest of the economy step by step via the chain of transactions that ties the whole system together.

Leontief (1951)

Las transacciones entre ramas de actividad constituyen la **cadena de propagación** de los impactos económicos, sociales y ambientales en un gran número de modelos y aplicaciones del análisis input-output. Entre ellos, las medidas de responsabilidad basadas en el consumo incorporan las emisiones directas e indirectas incorporadas en los inputs necesarios para suministrar a la demanda final, ya se centren en países (Peters, 2008), ciudades (Mi et al., 2016), hogares (Ivanova et al., 2020) o empresas (López et al., 2019). También se usan en los trabajos que evalúan la propagación aguas abajo de los impactos económicos (Acemoglu et al., 2012; Carvalho and Tahbaz-Salehi, 2019) e incluso en los modelos que evalúan el posicionamiento de un país en la cadena global de la producción (Antràs and Chor, 2021) o de carbono (Shapiro, 2020), en los cuales, aunque se aísle la cuantía transmitida en cada intercambio en su cálculo, sí que influye el número de transacciones realizadas. En todos esos casos, el **sentido de la transmisión de la información** sigue a la mercancía y va siempre desde el suministrador al cliente. Una vez que la mercancía traspasa la puerta del suministrador la responsabilidad del uso de la mercancía se asigna a la empresa compradora/cliente (por ejemplo, a la hora de calcular las emisiones directas que hacen las distintas ramas por el uso de energía) y los impactos positivos o negativos sobre el conjunto del sistema (por ejemplo, incremento de productividad, etc.) quedan fuera de la esfera/alcance del suministrador.

En las medidas convencionales de asignación basada en la producción y de asignaciones basadas en el consumo la responsabilidad de las emisiones aguas abajo, desde la puerta a la tumba (Peters, 2008) (Davis and Caldeira, 2010), recae sobre las industrias que adquieren los inputs para producir el bien final y sobre los agentes de la demanda final que adquieren los bienes y servicios finales. El criterio de contabilización basado en el consumo asigna la responsabilidad al sector que suministra a la demanda final, al incorporarle las emisiones que directa e indirectamente producen el resto de los sectores

que le suministran bienes intermedios. Es decir, dicho criterio requiere el uso de un modelo multirregional input-output en el cual el contenido de factor que se transfiere desde el sector productor al sector consumidor está vinculado a las ventas que hace el sector suministrador y las actividades productivas que directamente hace el sector suministrador (por ejemplo, emisiones por quema de combustible), pero no al uso que se realiza de dicho input una vez vendido.

Sin embargo, la importancia económica y ambiental de un sector en la economía depende también del uso que el cliente de ese sector realice de la mercancía adquirida. La sentencia Shell es un claro ejemplo de cómo las empresas deberían ser al menos corresponsables del impacto que su producción realiza aguas abajo, es decir, una vez que dichas mercancías son vendidas a los clientes (The Hague District Court, 2021). En dicha sentencia, un tribunal de la Haya establece que la compañía petrolera Shell debe reducir en 2030 un 45% todas sus emisiones, incluidas las que llevan a cabo sus clientes por el uso de su producto. En terminología de redes sociales (López et al., 2020), al considerar a Shell como corresponsable de las emisiones posteriores generadas por sus ventas, la difusión de la información o el impacto a través de la red de la cadena de suministro va desde el cliente hasta el proveedor y no desde el sector suministrador al cliente. ¿Cómo computar a escala global estas emisiones que, directa e indirectamente, se deben al uso por los clientes de los productos vendidos por Shell?

El objetivo de este trabajo es el de proponer una contabilización de emisiones de las empresas energéticas en función de las emisiones asociadas tanto a su producción como al suministro de bienes energéticos que realizan al resto de empresas de la economía. En términos de criterios de responsabilidad las empresas energéticas se hacen responsables de las emisiones directas que ellas realizan y también de las emisiones vinculadas al consumo/uso que hacen sus clientes de las mercancías que les han sido vendidas. Esto implica definir un nuevo vector de contenido de factor para todas las ramas, de emisiones en nuestro caso, que cuantificaría en lugar de sólo las emisiones asociadas a la producción del producto, las emisiones asociadas a la producción y al uso de ese producto. En el caso de un sector energético este nuevo factor aumentaría al incluir el impacto asociado al uso directo de inputs energéticos que realizan sus clientes y, por ejemplo, cuantificaría las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la combustión de derivados del

petróleo vendidos por la compañía Shell que hacen sus clientes. En el caso de sectores no energéticos el factor disminuiría en la medida en la que las emisiones derivadas del uso de bienes energéticos se asignan al sector productor de estos.

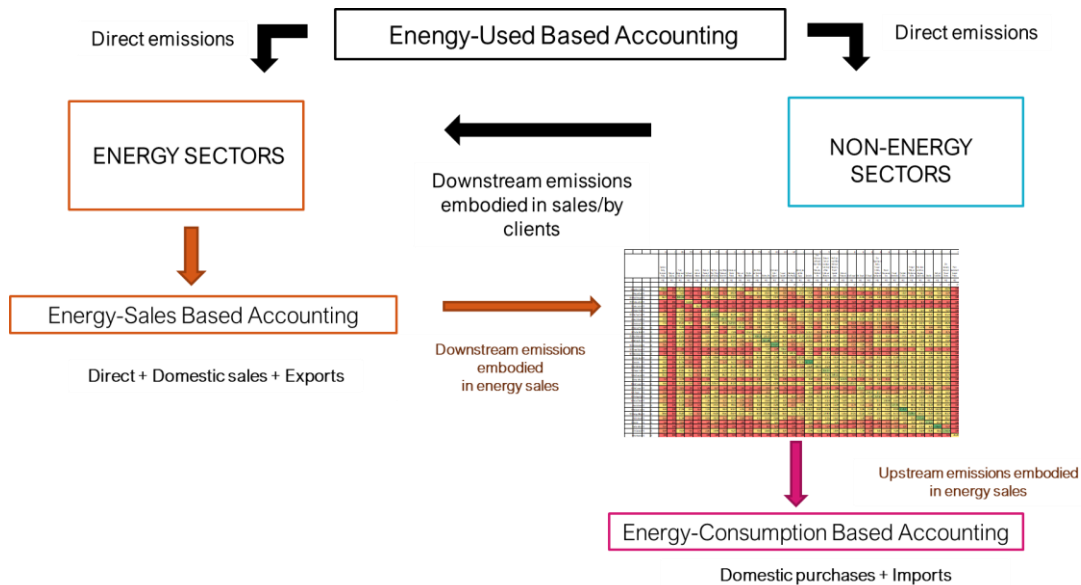
La incorporación de este vector de contenido de factor por uso de bienes de energía vendida en un modelo multirregional input-output de cantidades permite calcular simultáneamente dos criterios de responsabilidad en función de que leamos la matriz resultante por filas (contabilización de emisiones basada en la energía vendida) o por columnas (contabilización de emisiones basada en la energía consumida). La medida de contabilización de emisiones basada en la energía consumida supone una reconfiguración de la responsabilidad asociada a la huella de carbono de las distintas ramas y países del conjunto de la economía, ya que cuantifica las emisiones asociadas al uso directo e indirecto de bienes energéticos que realizan las empresas que suministran a la demanda final (Figura 1).

Por último, proponemos para cada una de las ramas energéticas de la tabla input-output la aplicación de una asignación hipotética, de forma similar a la extracción hipotética (Hertwich, 2021), y en donde se diferencia entre la medida de contabilización de emisiones basada en la energía consumida y la tradicional medida de responsabilidad basada en el consumo o huella de carbono. Esta asignación hipotética nos permite calcular la contribución que cada sector energético hace a la huella de carbono del conjunto del sistema económico y, por tanto, es útil para evaluar cómo las distintas ramas energéticas propagan sus emisiones a lo largo de la cadena global de la producción.

La aplicación del trabajo lo hacemos a partir de la explotación de la OECD Inter-Country Input-Output (ICIO), ya que recoge matrices de flujos interindustriales de todos los países de la OCDE y 30 países no miembros (67 países, con tablas desagregadas para China y México y una región global que agrupa el resto del mundo), para una desagregación de 45 sectores y un intervalo temporal de 24 años (1995-2018). El cálculo de las emisiones de carbono lo hacemos a partir de la información que suministra la Agencia Internacional de la Energía (IEA), ya que ofrece datos de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) procedentes de la

combustión de fósiles y de la fuga de emisiones para 203 países, 42 agregados regionales desde el año 1960.

**Figure 1. Desde un criterio de contabilización de emisiones basado en el uso de energía a otro basados en la venta y el consumo de bienes energéticos**



## Bibliografía de referencia

- Acemoglu, D., Carvalho, V.M., Ozdaglar, A., Tahbaz-Salehi, A. (2012) The Network Origins of Aggregate Fluctuations. *Econometrica* 80, 1977-2016.
- Antràs, P., Chor, D. (2021) Global Value Chains. National Bureau of Economic Research Working Paper Series 28549.
- Carvalho, V.M., Tahbaz-Salehi, A. (2019) Production Networks: A Primer. *Annual Review of Economics* 11, 635-663.
- Davis, S.J., Caldeira, K. (2010) Consumption-based accounting of CO2 emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107, 5687-5692.
- Hertwich, E.G. (2021) Increased carbon footprint of materials production driven by rise in investments. *Nature Geoscience* 14, 151-155.
- Ivanova, D., Barrett, J., Wiedenhofer, D., Macura, B., Callaghan, M., Creutzig, F. (2020) Quantifying the potential for climate change mitigation of consumption options. *Environmental Research Letters* 15, 093001.
- López, L.-A., Cadarso, M.-Á., Zafrilla, J., Arce, G. (2019) The carbon footprint of the U.S. multinationals' foreign affiliates. *Nature Communications* 10, 1672.
- López, L.A., Arce, G., Jiang, X. (2020) Mapping China's flows of emissions in the world's carbon footprint: A network approach of production layers. *Energy Economics* 87, 104739.
- Mi, Z., Zhang, Y., Guan, D., Shan, Y., Liu, Z., Cong, R., Yuan, X.-C., Wei, Y.-M. (2016) Consumption-based emission accounting for Chinese cities. *Applied Energy* 184, 1073-1081.

Peters, G.P. (2008) From production-based to consumption-based national emission inventories. *Ecological Economics* 65, 13-23.

Shapiro, J.S. (2020) The Environmental Bias of Trade Policy\*. *The Quarterly Journal of Economics*.

The Hague District Court, (2021) ECLI:NL:RBDHA:2021:5339, in: Court, T.H.D. (Ed.). The Hague District Court, The Hague.