

Impacto económico de la inversión en infraestructuras de transporte de electricidad en Aragón

*Pérez y Pérez, Luis^{*a}; Sanaú Villarroya, Jaime^b; Sanz Villarroya, Isabel^c; Cámara Sánchez, Ángeles^d.*

^a Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria y Universidad de Zaragoza

Avda Montañana, 930. 50.059 Zaragoza

Phone 976 716348. Fax: 97 6716335 E-mail: luis.perez@unizar.es

^{b, c} Universidad de Zaragoza *E-mail: jsanau@unizar.es isanzvil@unizar.es*

^d Universidad Rey Juan Carlos *E-mail: angeles.camara@urjc.es*

*Corresponding author

Abstract (English)

The aim of this paper is to analyse the regional macroeconomic impact of the investment performed and foreseen by Red Eléctrica de España (Spanish Electrical Network) on the expansion and improvement of the electricity transmission infrastructures during the period 2007-2014 in Aragón. A model of lineal multipliers, based on the latest social accounting matrix available in Aragón concerning the regional economic situation in 2005 has been applied. Also, this approach has been used to estimate the impact that these investments in electricity transmission infrastructures will have on the creation of jobs in the region.

Keywords: multisectorial models, social accounting matrix, regional analysis, electricity transmission networks, economic growth.

Topic: Sector Analysis.

Resumen (español)

El objetivo de este trabajo es analizar el impacto macroeconómico regional de las inversiones realizadas y previstas por Red Eléctrica de España en la ampliación y mejora de las líneas de transporte de electricidad de Aragón durante el período 2007-2014. Para ello se utiliza un modelo de multiplicadores lineales sobre la base de la última *matriz de contabilidad social* disponible en Aragón y referida a la situación económica regional en 2005. También se usa para calcular el impacto que tendrán dichas inversiones en el empleo regional.

Palabras clave: modelos multisectoriales, *matriz de contabilidad social*, análisis regional, redes de transporte de electricidad, crecimiento económico.

Área temática: Análisis sectorial.

1. Introducción

Los modelos económicos basados en el análisis *input-output* captan los efectos de retroalimentación que se producen en el entramado productivo de una economía tras una perturbación exógena de la demanda final o de la oferta, debida tanto a un aumento como a una disminución de alguno de sus componentes. Los efectos de retroalimentación se calculan mediante multiplicadores y pueden obtenerse a partir del *Marco Input-Output (MIO)*.

Existen multitud de aplicaciones de modelos a partir del *MIO*, que explican las relaciones existentes entre las ramas de actividad productiva. Pero es bien conocido que este tipo de modelos basados sólo en el *MIO* infravaloran los impactos totales que producen sobre el conjunto de la economía. Esto se debe a que los efectos no se agotan en la demanda intermedia sino que también afectan a la renta de las empresas y de los hogares, lo que provoca variaciones en el consumo y en la inversión, iniciándose así un nuevo ciclo de efectos inducidos.

Esta limitación puede superarse, entre otras alternativas, mediante la utilización de una *Matriz de Contabilidad Social (MCS)*. Ésta constituye una base de datos más completa en la que se representan las transacciones realizadas entre los sectores institucionales de una economía durante un período de tiempo. La *MCS* describe cómo el proceso productivo influye y determina la demanda. Por lo tanto, los modelos basados en la *MCS* amplían el modelo abierto de Leontief, dado que describen los flujos entre el valor añadido y la demanda final, de forma que se representa el flujo circular de la renta.

En este trabajo se utiliza esta metodología para analizar el impacto macroeconómico regional del gasto de inversión realizado y previsto por Red Eléctrica de España (*REE*) en la ampliación y mejora de las infraestructuras de transporte de electricidad en Aragón durante el período 2007-2014. Aunque la estructura energética aragonesa responde, en gran medida, al patrón nacional de escasez relativa de recursos energéticos, en 2009 Aragón consiguió que casi una quinta parte de la energía que consume sea de origen renovable. Aunque el porcentaje de energías limpias continúe siendo minoritario, establece un nuevo listón en Aragón y prácticamente dobla el peso de las renovables a nivel nacional.

En los últimos años el crecimiento de la potencia instalada de energías renovables en Aragón ha sido espectacular, principalmente en los casos de la eólica y de la solar fotovoltaica. Y todavía hay margen para un mayor crecimiento de la producción si se supera el cuello de botella que representa la posibilidad de evacuación de la electricidad, desde los más remotos lugares de producción hasta los centros de consumo, a través de la red de transporte de electricidad que les sirve de nexo de unión.

El impulso a las fuentes de energía renovables en Aragón hace necesario una ampliación y mejora de la red de transporte de electricidad. Para la consecución del objetivo de este estudio se utiliza un modelo de multiplicadores lineales elaborado a partir de la *MCS* referida a la situación económica regional de 2005. Adicionalmente y a partir de los multiplicadores de empleo, se calcula el impacto de dichas inversiones en la creación de empleo temporal en la región mientras se lleven a cabo las inversiones.

El trabajo incluye junto a esta introducción tres apartados. En el segundo, se detalla la metodología de la *MCS* y la descomposición de los multiplicadores. En el tercero, se explica cómo se estimó el modelo de multiplicadores lineales para cuantificar los impactos que las

inversiones en líneas y subestaciones eléctricas tendrán en la producción y cómo se cuantificaron los efectos en el empleo aragonés. Finalmente, en el apartado cuarto se sintetizan los principales resultados de la investigación.

2. Metodología: La MCS y la descomposición de los multiplicadores

Por impacto económico se entiende el efecto sobre la producción y el empleo en una economía derivados del gasto de un determinado agente económico. En este caso, lo que se pretende medir son los efectos en la economía aragonesa de los gastos de inversión de REE en las infraestructuras de transporte eléctrico. Para cuantificar este impacto existen diversas alternativas de cálculo, entre los que se encuentran los modelos econométricos y los que se basan en el análisis *input-output*, siendo éste último el más habitual y el que se utiliza también en este trabajo.

Los gastos de inversión en infraestructuras generan unos efectos que van más allá del desembolso inicial, ya que la parte de este que llega a las empresas y hogares en forma de rentas vuelve a gastarse y a generar rentas del capital y del trabajo de forma reiterada. En otras palabras, los gastos directos e indirectos generan unos efectos *inducidos*, cuya magnitud dependerá de la propensión al consumo así como de la extensión del área geográfica considerada. El *MIO* tradicional no recoge de forma inmediata los efectos *inducidos* producidos vía renta, pero esta limitación puede superarse con el modelo de multiplicadores de la *MCS*¹.

En la práctica, una *MCS* es una tabla de doble entrada, con igual número de filas que de columnas, que recoge en su interior las transacciones de una economía durante un período de tiempo determinado, generalmente un año. Los sectores que forman la *MCS* se clasifican en *actividades* y *factores productivos*, así como los *sectores institucionales* (hogares, sociedades, administraciones públicas...), *capital* (ahorro/inversión) y *sector exterior*. Las transacciones recogidas describen las operaciones de producción, distribución, uso de la renta y acumulación. Al abarcar todas las interacciones existentes en una economía, la *MCS* constituye un sistema contable de equilibrio general. También proporciona información sobre aspectos tales como la estructura, composición y nivel de la producción, el valor añadido generado por los factores de producción y la distribución de la renta entre los diferentes grupos de economías domésticas. De ahí que la *MCS* constituya un instrumento idóneo para analizar los efectos de las diferentes políticas públicas sobre las empresas, los hogares y la economía en su conjunto.

La *MCS* incorpora, junto a la óptica de las relaciones productivas que contemplan los modelos del *MIO* tradicionales, las de renta y gasto de todos los agentes económicos, permitiendo estudiar los efectos de un impulso en la demanda final tanto en el entramado productivo como en el resto de sectores institucionales en los que se desagregue una economía. Como se refleja en la Tabla 1, los sectores que forman la *MCS* se clasifican en actividades y factores productivos (como en los modelos del *MIO*), a los que se añaden los Sectores Institucionales (Hogares, Sociedades y Administración Pública), la cuenta de Ahorro/ Inversión y el Sector Exterior.

¹ Cuando sólo se dispone del *MIO* convencional, una opción para estimar este tipo de efectos en los análisis de impacto económico es calcular los denominados multiplicadores de *tipo II*, lo que se efectúa, por ejemplo, tras añadir una fila y una columna para el sector hogares en el *MIO* tradicional. Alternativamente, cuando se dispone de una *MCS* puede utilizarse como base de datos en un modelo de equilibrio general aplicado que permite, además, soslayar la hipótesis de existencia de relaciones lineales entre variables inherente a los modelos *MIO* y *MCS*. En Aragón todavía no existe un modelo de ese tipo para la economía regional.

En la literatura económica se dispone de numerosos trabajos con muy diferentes aproximaciones metodológicas que evalúan los efectos de distintas medidas de política económica, tanto a escala nacional como regional. La metodología utilizada aquí se engloba dentro de los modelos basados en el *MIO*, pero utiliza los multiplicadores lineales obtenidos a partir de la reciente *MCS* de Aragón de 2005².

Tabla 1. Estructura contable de una MCS

| | PRODUCCIÓN | FACTORES PRODUCTIVOS | IMPUESTOS | SECTORES INSTITUCIONALES | Ahorro/ Inversión | SECTOR EXTERIOR |
|--------------------------|---|---|-----------|---|----------------------------|------------------------------------|
| PRODUCCIÓN | Consumos Intermedios | | | Consumo de los sectores | Formación bruta de capital | Exportaciones |
| FACTORES PRODUCTIVOS | Remuneración asalariados/ Excedente bruto de explotación | | | | | |
| IMPUESTOS | Impuestos | | | Impuestos | Impuestos | |
| SECTORES INSTITUCIONALES | | Remuneración asalariados/ Excedente bruto de explotación | Impuestos | Transferencias entre sectores institucionales | | Transferencias del sector exterior |
| Ahorro/Inversión | | | | Ahorro sectores institucionales | | |
| SECTOR EXTERIOR | Importaciones | | | Transferencias al sector exterior | | |

Fuente: Elaboración propia

Pioneros en la descomposición de multiplicadores son los trabajos de Stone (1978), que lleva a cabo una descomposición aditiva y el de Pyatt y Round (1979), en el que la matriz de multiplicadores contables se desagrega en el producto de otras tres matrices. Posteriormente se elaboraron diversas extensiones como las de Defourny y Thorbecke (1984) o Pyatt y Round (1985). En España deben destacarse las descomposiciones de Polo *et al.* (1991), De Miguel *et al.* (1998), Ferri y Uriel (2000), Cardenete y Sancho (2003) o Llop y Manresa (2003), entre otros. En Aragón puede resaltarse el trabajo de Flores y Mainar (2009), en el que efectúan una descomposición de multiplicadores contables sobre la *MCS* primigenia de Aragón y referida a la situación económica regional en 1999.

² La *MCS* de Aragón 2005 que ha servido de base en este trabajo puede verse en Pérez y Pérez y Cámara (2010). Adicionalmente, una síntesis de estudios basados en las *MCS* para la economía española y de algunas comunidades autónomas puede verse en Cardenete *et al.* (2010). Algunas aplicaciones de modelos basados en la metodología del *MIO* en el ámbito energético pueden consultarse en Defourny y Thorbecke (1984), Roca *et al.* (2007), Aixalá *et al.* (2009) o Cardenete y Fuentes (2010), entre otros.

Los modelos de multiplicadores son multisectoriales de corte lineal, en los que las variables consideradas endógenas se expresan como función lineal de las exógenas. En la construcción del modelo de multiplicadores lineales hay que separar las cuentas en endógenas y exógenas. En este caso se han considerado endógenas un total de 30 cuentas, entre las que se incluyen las 26 correspondientes a las ramas de actividad productiva, dos relativas a los factores productivos trabajo y capital, y otras dos para los sectores institucionales hogares y sociedades. En cuanto a las exógenas se han considerado un total de 8, entre las que se incluye la cuenta ahorro/inversión, tres cuentas de impuestos, la del sector institucional Administraciones Públicas y tres relativas al sector exterior. La Tabla 2 contiene las relaciones contables entre las cuentas endógenas y exógenas en la MCS (siendo $m=30$ el número de cuentas endógenas y $k=8$ el número de cuentas exógenas). En esta Tabla 2, Y_{mm} es una matriz cuadrada de orden $m \cdot m$ y contiene las transacciones entre cuentas endógenas; X_{mk} es una matriz de orden $m \cdot k$ que contiene las inyecciones de las cuentas exógenas a las cuentas endógenas; Y_m es la matriz columna de orden $m \cdot 1$, formada por los ingresos totales de las cuentas endógenas; X_{km} es la matriz de orden $k \cdot m$ de salidas de las cuentas endógenas a las cuentas exógenas; X_{kk} es la matriz de orden $k \cdot k$ de transacciones entre cuentas exógenas; Y_k es una matriz columna de orden $m \cdot 1$ y recoge el total de ingresos de las cuentas exógenas; Y'_m es una matriz fila de orden $1 \cdot m$ y reúne el total de gastos de las cuentas endógenas, finalmente, Y'_k es una matriz fila de orden $1 \cdot k$ y refleja el total de gastos de las cuentas exógenas.

Tabla 2. Partición de la matriz de contabilidad social

| | <i>Cuentas endógenas</i> | <i>Cuentas exógenas</i> | <i>Total</i> |
|-------------------|--------------------------|-------------------------|--------------|
| Cuentas endógenas | Y_{mm} | X_{mk} | Y_m |
| Cuentas exógenas | X_{km} | X_{kk} | Y_k |
| Total | Y'_m | Y'_k | |

Fuente: Elaboración propia.

Para construir la ecuación matricial se definen i_m , i_k , dos matrices columnas de orden $m \cdot 1$ y $k \cdot 1$, cuyos elementos son todos unitarios, de manera que

$$Y_m = Y_{mm} \cdot i_m + X_{mk} \cdot i_k \quad [1]$$

Una vez clasificadas las cuentas de la MCS en endógenas y exógenas, se construye la matriz de propensiones medias al gasto³. Esta matriz se calcula a partir de la MCS dividiendo cada elemento de las matrices Y_{mm} y X_{km} entre el total de la columna a la que pertenecen (Y'_m). Se obtienen así dos nuevas matrices: la matriz de propensiones medias al gasto de las cuentas

³ Pyatt y Round (1979) son la referencia para analizar en detalle este proceso de descomposición. No obstante, en la literatura pueden encontrarse otros procedimientos de descomposición dependiendo, por ejemplo, de las cuentas tomadas como endógenas en el modelo. También cabe destacar la corrección del multiplicador contable que plantean Pyatt y Round (1979), basada en la utilización de una matriz de propensiones marginales al gasto en lugar de la matriz de propensiones medias, multiplicador al que denominan de precios fijos. La utilización de estas propensiones marginales permitiría obviar el supuesto de elasticidad renta del gasto unitario para las cuentas endógenas que implícitamente incorporan los multiplicadores contables pero en la práctica no es frecuente su uso por la dificultad de obtener estimaciones de dichas propensiones marginales.

endógenas (A_{mm}) y la matriz de propensiones medias de escape o filtración a las cuentas exógenas (A_{km}), siendo $m = 30$ y $k = 8$. En este trabajo, el análisis de multiplicadores se centra en el estudio de la matriz A_{mm} , también llamada matriz de coeficientes domésticos *MCS*. Añadiendo a la matriz A_{mm} los componentes exógenos de las cuentas endógenas se obtiene la siguiente ecuación matricial:

$$\begin{pmatrix} Y_A \\ Y_F \\ Y_P \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_I & 0 & C_F \\ W & 0 & 0 \\ 0 & R & T \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y_A \\ Y_F \\ Y_P \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} X_A \\ X_F \\ X_P \end{pmatrix} \quad [2]$$

donde C_I representa la matriz de coeficientes técnicos del *MIO*, C_F es una matriz de propensiones medias al consumo, W es una matriz de coeficientes de retribución a los propietarios de los factores por parte de las actividades productivas, R es una matriz de coeficientes de distribución de las rentas generadas en el proceso productivo desde los factores de producción a las instituciones privadas y T contiene los coeficientes de transferencias entre sectores. Los niveles de *output* de las cuentas endógenas se recogen en los vectores Y_A (ingresos de las ramas de actividad), Y_F (ingresos de los factores productivos) e Y_P (ingresos del sector privado). Los componentes exógenos de las cuentas endógenas se representan por X_A , X_F y X_P .

La ecuación matricial queda como:

$$Y_m = A_{mm} \cdot Y_m + X_{mk} \cdot i_k \quad [3]$$

Despejando en la anterior ecuación matricial Y_m :

$$Y_m - A_{mm} \cdot Y_m = X_{mk} \cdot i_k \rightarrow (I - A_{mm}) \cdot Y_m = X_{mk} \cdot i_k \rightarrow Y_m = (I - A_{mm})^{-1} \cdot X_{mk} \cdot i_k \quad [4]$$

se obtiene la expresión:

$$Y_m = \underbrace{(I - A_{mm})^{-1}}_{M_{mm}} \cdot X_{mk} \cdot i_k = M_{mm} \cdot \underbrace{X_{mk} \cdot i_k}_{X_m} = M_{mm} \cdot X_m \quad [5]$$

De esta manera, el vector Y_m se expresa como el producto de la matriz de multiplicadores lineales M_{mm} y el vector X_m . El vector Y_m es el que recoge los *outputs* totales de las cuentas endógenas; X_m la matriz columna de orden $m \cdot 1$ que contiene las inyecciones totales de recursos que cada cuenta endógena recibe del conjunto de cuentas exógenas y M_{mm} la matriz de multiplicadores lineales, en la que cada elemento muestra el cambio en la cuenta endógena i , si la cuenta j recibe una unidad monetaria adicional desde las cuentas exógenas⁴. En definitiva, cualquier variación en los ingresos procedentes de X_m se refleja en una variación de Y_m a través de la matriz M_{mm} .

La matriz de multiplicadores lineales M_{mm} permite obtener los nuevos valores a los

⁴ Las propiedades que garantizan la existencia de la matriz de multiplicadores pueden consultarse en Pyatt y Round (1979), citado por Llop y Manresa (2003).

que el sistema económico llega cuando se produce un *shock* exógeno, pero no recoge información sobre el proceso mediante el cual esa inyección exógena se transforma en un incremento del *output* de las diferentes cuentas endógenas. Las técnicas de descomposición de los multiplicadores cuantifican la influencia que tienen los diversos circuitos existentes entre las cuentas endógenas.

Siguiendo a Pyatt y Round (1979), la matriz M_{mm} puede descomponerse mediante una fórmula multiplicativa y, para facilitar su interpretación en términos económicos, transformarla posteriormente en una fórmula aditiva, siguiendo a Stone (1978). En ambos casos se logran tres matrices que muestran circuitos diferenciados de interdependencia dentro del proceso productivo.

Para obtener la descomposición multiplicativa, la matriz de multiplicadores M_{mm} se expresa como producto de tres matrices⁵:

$$M = M_3 \cdot M_2 \cdot M_1 \quad [6]$$

Para ello la matriz $A = \begin{pmatrix} C_I & 0 & C_F \\ W & 0 & 0 \\ 0 & R & T \end{pmatrix}$ de propensiones medias al gasto de las cuentas

endógenas se descompone aditivamente como suma de dos matrices⁶

$$A = A_1 + A_2 \quad [7]$$

donde A_1 contiene únicamente la submatriz de actividades productivas y A_2 el resto de submatrices, quedando descompuesta la matriz de la siguiente forma:

$$A = \begin{pmatrix} C_I & 0 & C_F \\ W & 0 & 0 \\ 0 & R & T \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_I & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & 0 & C_F \\ W & 0 & 0 \\ 0 & R & T \end{pmatrix} = A_1 + A_2 \quad [8]$$

Se escribe entonces

$$Y = M \cdot X = (I - A)^{-1} \cdot X = (I - A_1 - A_2)^{-1} \cdot X \quad [9]$$

y, mediante una serie de transformaciones,

$$Y = (I - A_1 - (I - A_1) \cdot (I - A_1)^{-1} \cdot A_2)^{-1} \cdot X = \left[(I - A_1) \cdot (I - (I - A_1)^{-1} \cdot A_2) \right]^{-1} \cdot X =$$

⁵ Para simplificar la notación se suprimen los subíndices que indican la dimensión en todas las matrices.

⁶ Como indican Llop y Manresa (2003), los resultados de la descomposición de la matriz de multiplicadores dependen de la división efectuada en la matriz de propensiones medias al gasto. La división aquí efectuada aísla las transferencias entre actividades productivas del resto de transferencias con los demás sectores de la economía.

$$(I - (I - A_1)^{-1} \cdot A_2)^{-1} \cdot (I - A_1)^{-1} \cdot X \quad [10]$$

Llamando ahora $(I - A_1)^{-1} \cdot A_2 = R$, se tiene que⁷

$$(I - (I - A_1)^{-1} \cdot A_2)^{-1} = (I - R)^{-1} = \sum_{K=0}^{\infty} R^K = \quad [11]$$

$$\sum_{K=0}^{\infty} R^{3K} \cdot (I + R + R^2) = (I + R^3)^{-1} \cdot (I + R + R^2)$$

y volviendo a hacer $R = (I - A_1)^{-1} \cdot A_2$, la expresión $Y = M \cdot X$ queda descompuesta en el producto de los siguientes factores:

$$Y = \underbrace{\left[I - ((I - A_1)^{-1} \cdot A_2)^3 \right]^{-1}}_{M_3} \cdot \underbrace{\left[I + (I - A_1)^{-1} \cdot A_2 + ((I - A_1)^{-1} \cdot A_2)^2 \right]}_{M_2} \cdot \underbrace{(I - A_1)^{-1}}_{M_1} \cdot X \quad [12]$$

Por lo tanto, $M = M_3 \cdot M_2 \cdot M_1$, donde:

$M_1 = (I - A_1)^{-1}$ es la matriz que recoge los efectos *propios* o efectos que la inyección exógena de recursos en un grupo de cuentas genera sobre sí mismas debidos a transferencias *intra-instituciones* e *intra-actividades* que se establecen entre ellas. En este caso, dado que A_1 sólo recoge las actividades productivas, la matriz M_1 capta los efectos de transferencias *intra-actividades* y coincide con la inversa de Leontief en los modelos *input-output*.

$M_2 = I + (I - A_1)^{-1} \cdot A_2 + ((I - A_1)^{-1} \cdot A_2)^2$ es la matriz que recoge los efectos *abiertos*, debidos a la acción que una inyección en una cuenta endógena produce sobre las restantes cuentas endógenas. Por la misma razón que antes, M_2 recoge los efectos sobre todas las cuentas excepto las de actividades productivas.

$M_3 = \left[I - ((I - A_1)^{-1} \cdot A_2)^3 \right]^{-1}$ es la matriz que recoge los efectos *inducidos*, que ponen de manifiesto los efectos de retroalimentación sobre cada cuenta a través del flujo circular de la renta, debido a una inyección exógena de recursos; es decir, el impacto que una inyección exógena de renta sobre una cuenta endógena genera sobre sí misma o sobre otra cuenta pero siempre a través de una tercera.

La forma que adopten las tres matrices de multiplicadores M_1, M_2 y M_3 depende, como se ha indicado, de la forma de las matrices A_1 y A_2 . Por lo general, uno de los elementos de A_1 es la matriz inversa de Leontief. Así, a partir de la matriz de multiplicadores totales M y de la matriz correspondiente a la inversa de Leontief en la matriz M_1 , puede comprobarse la infravaloración que se comete al obtener los multiplicadores en base al *MIO*.

⁷ Se elige la potencia cúbica como proponen Rubio (1995) y (Ferri y Uriel, 2000) porque se corresponde con un ciclo completo de la renta en la economía. Empezando por la renta de las ramas productivas, ésta pasa a los factores, de éstos a las instituciones y de ellas, de nuevo, a los sectores en forma de demanda final.

En la anterior descomposición multiplicativa de la matriz M de efectos totales resulta difícil establecer la contribución de cada tipo de efecto sobre el impacto total. Para la interpretación de los distintos efectos multiplicadores resulta más intuitivo realizar una separación aditiva de efectos netos. Stone (1978) propuso la siguiente:

$$M = M_3 \cdot M_2 \cdot M_1 = I + (M_1 - I) + (M_2 - I) \cdot M_1 + (M_3 - I) \cdot M_2 \cdot M_1 \quad [13]$$

donde el primer sumando, I , recoge la inyección inicial de renta que inicia todo el proceso multiplicador; el segundo, $M_1 - I$, muestra los *efectos netos propios* derivados de las transferencias internas; el tercero, $(M_2 - I) \cdot M_1$, cuantifica los *efectos netos abiertos* y, el cuarto, $(M_3 - I) \cdot M_2 \cdot M_1$, los *efectos netos inducidos*.

De este modo

$$M = I + N_1 + N_2 + N_3, \text{ o bien } M - I = N_1 + N_2 + N_3 \quad [14]$$

donde:

$M - I$ representa el efecto multiplicador total neto,

$N_1 = M_1 - I$ los *efectos netos propios*,

$N_2 = (M_2 - I) \cdot M_1$ los *efectos netos abiertos* y

$N_3 = (M_3 - I) \cdot M_2 \cdot M_1$ los *efectos netos inducidos*.

Al definir los efectos sobre las variables endógenas en términos netos, una vez descontada la inyección inicial y exógena de recursos que activa el proceso multiplicador, se facilita la interpretación de resultados. Y al ser una fórmula aditiva, pueden aislarse los tres tipos de efectos.

3. Aplicación del modelo de multiplicadores

Aplicando el análisis teórico anterior a la MCS de Aragón correspondiente al año 2005, y manteniendo el nivel endógeno del apartado anterior, se obtuvieron cuatro tipos de multiplicadores que miden, respectivamente, los efectos *propios*, los *abiertos*, los *inducidos* y los *totales*. Por lo tanto, hay treinta ramas endógenas (correspondientes a las ramas productivas, el factor trabajo, el factor capital, los hogares y las sociedades) y ocho ramas exógenas (sector público, impuestos, sector exterior y ahorro/inversión), como se recoge en la Tabla 3.

Según Cardenete y Fuentes (2009), utilizando la inversa de Leontief del modelo de demanda del MIO en lugar de la matriz de multiplicadores contables de la MCS, no se logran medir los efectos de retroalimentación sobre la demanda final de un sector determinado. Por el contrario, los multiplicadores contables obtenidos de una MCS incorporan las relaciones entre sectores institucionales y actividades productivas (efectos *inducidos* o *circulares*, según sea la descomposición multiplicativa o aditiva), además de las relaciones intersectoriales. Por ello, la principal aportación de los modelos basados en la MCS es incluir este efecto que capta

la retroalimentación desde los agentes generadores de renta hacia los sectores productivos (tras una inyección de renta de éstos a los sectores institucionales)⁸.

Para evaluar el impacto de las inversiones de *REE* en Aragón se ha utilizado la metodología descrita en el apartado anterior que se inicia dividiendo las cuenta de la *MCS* de Aragón 2005 en endógenas y exógenas y elaborando un modelo multisectorial de corte lineal, en el que las variables endógenas aparecen como función lineal de las exógenas. De este modo, los ingresos totales de una cuenta endógena se expresaron como suma de las transacciones entre cuentas endógenas más las transacciones de éstas con las exógenas.

⁸ Bosch *et al.* (1997).

Tabla 3. Distribución de las cuentas de la MCS de Aragón

| Cuentas Endógenas | |
|------------------------------------|--|
| Producción | |
| 1 | Agricultura, ganadería y pesca |
| 2 | Industrias extractivas |
| 3 | Energía eléctrica, gas y agua |
| 4 | Industria de la alimentación, bebidas y tabaco |
| 5 | Industria textil, confección; cuero y calzado |
| 6 | Industria de la madera y el corcho |
| 7 | Industria del papel; edición y artes gráficas |
| 8 | Industria química |
| 9 | Industria del caucho y materias plásticas |
| 10 | Otros productos minerales no metálicos |
| 11 | Metalurgia y fabricación de productos metálicos |
| 12 | Maquinaria y equipo mecánico |
| 13 | Equipo eléctrico, electrónico y óptico |
| 14 | Fabricación de material de transporte |
| 15 | Industrias manufactureras diversas |
| 16 | Construcción |
| 17 | Comercio y reparación |
| 18 | Hostelería |
| 19 | Transporte y comunicaciones |
| 20 | Intermediación financiera |
| 21 | Inmobiliarias y servicios empresariales. Otras actividades empresariales |
| 22 | Administración pública |
| 23 | Educación |
| 24 | Actividades sanitarias y veterinarias; servicios sociales |
| 25 | Otros servicios y actividades sociales; servicios personales |
| 26 | Hogares que emplean personal doméstico |
| Factores productivos | |
| 27 | Remuneración de asalariados |
| 28 | Excedente bruto de explotación |
| Sectores Institucionales | |
| 29 | Hogares |
| 30 | Sociedades |
| Cuentas Exógenas (Sectores) | |
| 31 | Ahorro/inversión |
| 32 | IVA |
| 33 | Impuestos sobre los productos |
| 34 | Impuestos sobre la producción |
| 35 | Administraciones Públicas |
| 36 | Importaciones resto España |
| 37 | Importaciones Unión Europea |
| 38 | Importaciones resto mundo |

Fuente: Elaboración propia.

Cuantificar los efectos de las inversiones en la red de transporte de la electricidad exige, previamente, conocer con detalle el proceso inversor. Las actuaciones previstas

inicialmente en la Planificación 2008-2016 del MITyC (2008) ascendían a 9.220,2 millones de euros para el conjunto de España. Ahora bien, como era de prever por la llegada de la crisis económica -además de otras vicisitudes-, las inversiones realizadas por *REE* en el periodo 2007-2009 fueron ya inferiores a las planificadas por el Gobierno de España. Además, el Plan Estratégico 2010-2014 de *REE* contempló un gasto de 4.000 millones de euros, por lo que, en el momento de elaborar este estudio, una estimación razonable para España de las inversiones en la red eléctrica en el período 2007-2014 podría cifrarse en unos 5.973,2 millones de euros de 2009 (precios de adquisición, equivalente a 5.956,3 millones corrientes de cada año), de los que 332,9 millones corresponderían al gasto en Aragón en el periodo 2007-2014. *Se trata, en todo caso, de información facilitada y contrastada por directivos de REE.*

Por lo que respecta a la evolución temporal en Aragón, el proceso inversor estudiado en este trabajo abarca ocho años. Comenzó en 2007 con unas adquisiciones valoradas en 11 millones de euros de 2009 que se redujeron en 2008 (3,6 millones). En el trienio siguiente, coincidente con la fase previsiblemente álgida de la recesión económica en España, pueden realizarse más de un tercio de las actuaciones finalmente contempladas, con un ritmo de ejecución ascendente, que se mantienen en 2012 y 2013, para descender a los 45,3 millones en 2014 (Tabla 4).

Para calcular los efectos de estas inversiones fue necesario delimitar, en primer lugar, qué ramas de actividad fabrican los distintos componentes y, en segundo lugar, qué parte de la inversión es suministrada por empresas residentes en la región. En otras palabras, se estableció un criterio para cuantificar la repercusión de las inversiones a lo largo del período estudiado. La determinación de las ramas de actividad que fabrican los distintos componentes también se hizo a partir de la información facilitada por los directivos de *REE*. La distribución del gasto entre las cuentas endógenas figura en la Tabla 4.

Tabla 4. Distribución por cuentas endógenas de la inversión efectuada y prevista por *REE* en Aragón (Millones de euros de 2009)

| Ramas de actividad productiva | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | Total |
|---|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Metalurgia y fab. de productos metálicos (11) | 1,3 | 0,4 | 2,2 | 4,2 | 10,1 | 8,7 | 9,6 | 5,8 | 42,4 |
| Equipo eléctrico, electrónico y óptico (13) | 4,5 | 1,5 | 7,5 | 12,9 | 30,2 | 27,0 | 31,2 | 18,0 | 132,8 |
| Construcción (16) | 3,9 | 1,2 | 6,4 | 10,5 | 24,4 | 22,3 | 26,3 | 14,9 | 110,0 |
| Inmob y serv. empr. Otras act. empres. (21) | 0,8 | 0,3 | 1,3 | 2,2 | 5,1 | 4,6 | 5,4 | 3,1 | 22,6 |
| Administración pública (22) | 0,5 | 0,2 | 1,0 | 2,8 | 6,9 | 5,2 | 5,0 | 3,5 | 25,1 |
| Total | 11,0 | 3,6 | 18,5 | 32,6 | 76,8 | 67,8 | 77,4 | 45,3 | 332,9 |

Fuente: Elaboración propia sobre de la información proporcionada por *REE* en Aragón.

El análisis *efectuado de forma global para el periodo 2007-2014* partió de un escenario base que no incluía el gasto de *REE*, es decir, de las relaciones económicas

estructurales de Aragón en 2005 (*Y sin REE*, Tabla 5) y se comparó esta situación con la obtenida al inyectar el gasto de *REE* en el conjunto del periodo 2007-2014 (ΔY con *REE*, Tabla 6)⁹.

La descomposición del vector *Y total sin REE* en los efectos *proprios*, *abiertos* y *circulares* que resultaron de multiplicar el vector *X total sin REE* por las matrices N_1 , N_2 y N_3 se muestra en la Tabla 6 y constituye el escenario base de referencia. La columna *Y propios sin REE* contiene las cuantías correspondientes a los efectos *proprios*, la columna *Y abiertos sin REE* las de los efectos *abiertos* y, por último, la columna *Y circulares sin REE* recoge los efectos *circulares*. Recuérdese que en la descomposición aditiva reflejada en [14], el *efecto multiplicador total neto* ($M - I$) es la suma de los *efectos netos propios*, los *efectos netos abiertos* y los *efectos netos circulares*. Por tanto, la expresión [14] facilita la interpretación de resultados, al definir los efectos sobre las variables endógenas en términos netos, una vez descontada la inyección inicial y exógena de renta que activa el proceso multiplicador (en este estudio, las inversiones de *REE* en redes de transporte de la electricidad).

Una vez descompuestos los vectores *Y total sin REE* e *Y total con REE* en las tres componentes que identifican los efectos *proprios*, *abiertos* y *circulares* se analizó el aumento del *output* total de las cuentas endógenas que supondrán las inversiones de *REE* durante el periodo 2007-2014. Los resultados se recogen en la Tabla 6.

Destaca en primer lugar un aumento de 1.116,6 millones de euros (un 0,89 por ciento) en el *output* total de las cuentas endógenas a lo largo de la etapa estudiada. De manera más detallada, se observa que el mayor incremento se debe a los efectos *circulares* (318,9 millones, es decir, un 0,89 por ciento), seguido de los efectos *abiertos* (265,7 millones, un 0,87 por ciento) y, por último, de los efectos *proprios* (199,1 millones, un 0,86 por ciento). Estos resultados permiten apreciar la importancia del flujo circular de la renta en la economía regional (el mayor incremento del *output* de las cuentas endógenas se debe a los efectos *circulares*).

⁹ Para la realización de las distintas estimaciones, los 332,9 millones nominales de 2009 de inversión en el período 2007-2014 se transformaron a precios básicos del año 2005, valoración necesaria para trabajar con la *MCS*. No obstante, y por razones de homogeneidad en la exposición, todos los resultados se volvieron a transformar, expresándose a precios de adquisición del año 2009. Como deflactor se utilizó el *Índice de Precios al Consumo General* (IPC general) en media anual. Para transformar las magnitudes de precios de adquisición en magnitudes a precios básicos y viceversa hay que considerar los márgenes comerciales, los márgenes de transporte y los impuestos netos sobre productos y, en este estudio, se utilizó para cada cuenta de actividad *i* el factor de conversión (F_i) definido como: $F_i = \text{Oferta a precios básicos de la rama de actividad } i / \text{Oferta a precios de adquisición de la rama de actividad } i$, disponible en la tabla de origen del *MIO* de Aragón de 2005.

Tabla 5. Descomposición del output regional sin inversión de REE (mill. de euros 2009)

| | Y total sin REE | X total sin REE | Y propios sin REE | Y abiertos sin REE | Y circulares sin REE |
|---|-----------------|-----------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| Agricultura, ganadería y pesca | 3.824 | 1.148 | 1.377 | 69 | 1.231 |
| Industrias extractivas | 2.022 | 175 | 1.024 | 44 | 779 |
| Energía eléctrica, gas y agua | 1.691 | 557 | 513 | 33 | 588 |
| Industria de la alimentación, bebidas y tabaco | 5.709 | 1.556 | 1.111 | 160 | 2.882 |
| Industria textil, confección; cuero y calzado | 1.756 | 338 | 367 | 55 | 995 |
| Industria de la madera y el corcho | 689 | 278 | 342 | 4 | 66 |
| Industria del papel; edición y artes gráficas | 1.663 | 810 | 538 | 17 | 298 |
| Industria química | 3.518 | 1.210 | 1.734 | 32 | 542 |
| Industria del caucho y materias plásticas | 1.467 | 523 | 799 | 8 | 137 |
| Otros productos minerales no metálicos | 1.802 | 515 | 1.102 | 10 | 175 |
| Metalurgia y fabricación de productos metálicos | 4.348 | 1.422 | 2.577 | 19 | 330 |
| Maquinaria y equipo mecánico | 3.129 | 2.239 | 686 | 11 | 193 |
| Equipo eléctrico, electrónico y óptico | 3.774 | 1.715 | 1.676 | 21 | 361 |
| Fabricación de material de transporte | 10.241 | 6.781 | 2.469 | 52 | 939 |
| Industrias manufactureras diversas | 1.499 | 775 | 447 | 15 | 262 |
| Construcción | 6.419 | 4.575 | 1.038 | 43 | 764 |
| Comercio y reparación | 833 | 271 | 229 | 18 | 315 |
| Hostelería | 2.185 | 417 | 220 | 81 | 1.467 |
| Transporte y comunicaciones | 2.868 | 553 | 1.249 | 56 | 1.009 |
| Intermediación financiera | 2.708 | 61 | 946 | 90 | 1.611 |
| Inmobiliarias y servicios empresariales | 8.135 | 1.350 | 2.316 | 236 | 4.232 |
| Administración pública | 2.301 | 2.129 | 0 | 9 | 163 |
| Educación | 895 | 694 | 73 | 7 | 121 |
| Actividades sanitarias y veterinarias; servicios sociales | 1.707 | 1.281 | 101 | 30 | 294 |
| Otros servicios y act. sociales; servicios personales | 1.281 | 232 | 166 | 52 | 832 |
| Hogares que emplean personal doméstico | 105 | 0 | 0 | 6 | 100 |
| Remuneración de asalariados | 11.297 | 0 | 0 | 8.277 | 3.020 |
| Excedente bruto de explotación | 10.556 | 0 | 0 | 6.627 | 3.929 |
| Hogares | 17.867 | 846 | 0 | 11.531 | 5.491 |
| Sociedades | 8.502 | 2.912 | 0 | 2.992 | 2.598 |
| | 124.790 | 35.364 | 23.101 | 30.603 | 35.723 |

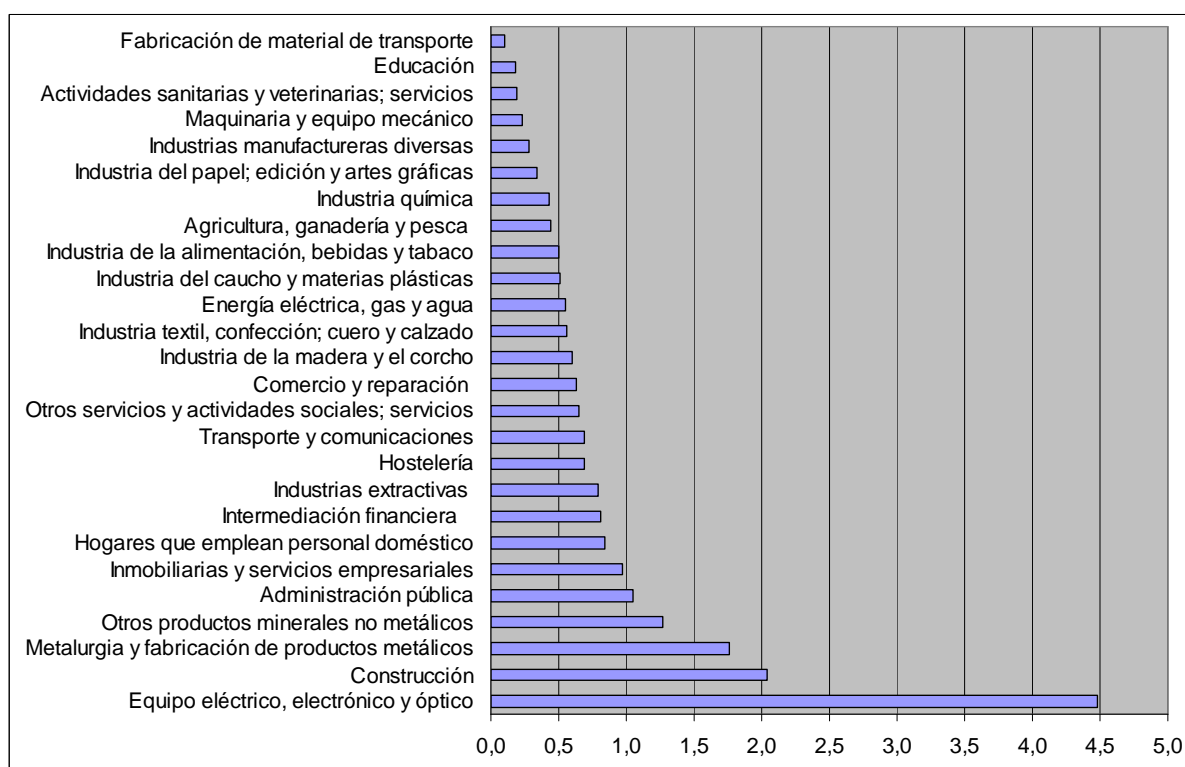
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Variación del *output* regional con los gastos de inversión de REE en 2007-2014 (mill. de euros 2009)

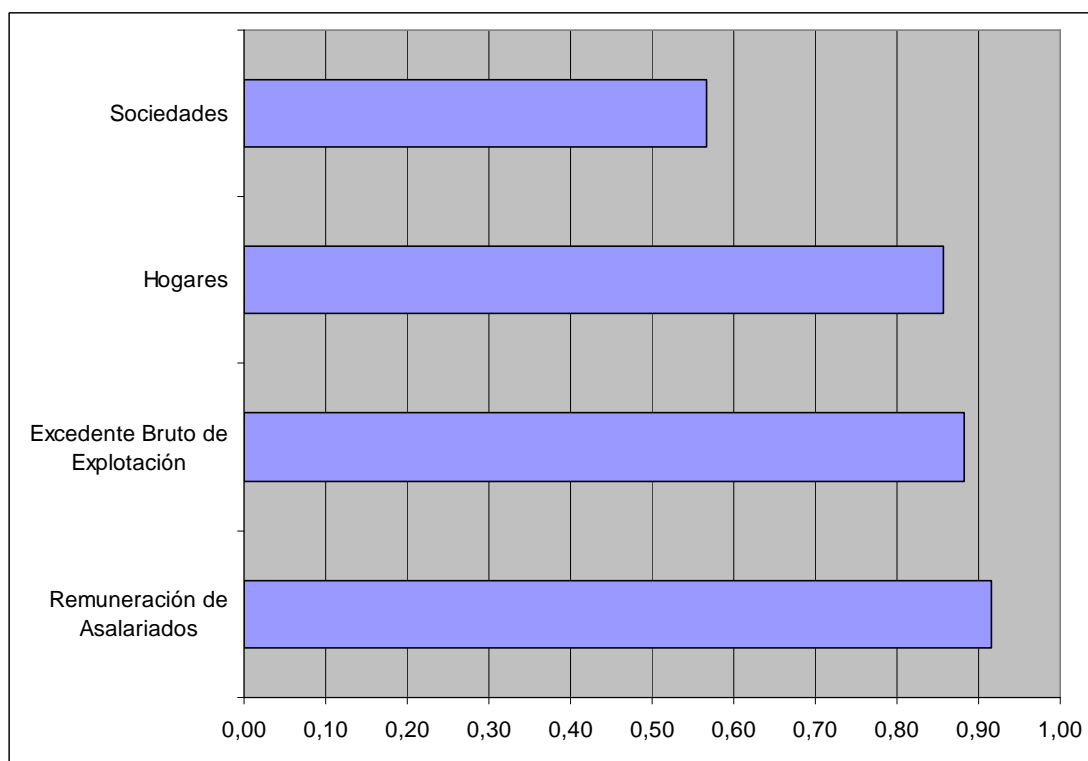
| | ΔY total | ΔY propios | ΔY abiertos | ΔY circulares | ΔY total (%) |
|---|------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|---|
| Agricultura, ganadería y pesca | 17,3 | 6,2 | 0,0 | 11,1 | 0,45 |
| Industrias extractivas | 16,3 | 9,2 | 0,0 | 7,0 | 0,80 |
| Energía eléctrica, gas y agua | 9,5 | 4,2 | 0,0 | 5,3 | 0,56 |
| Industria de la alimentación, bebidas y tabaco | 29,2 | 3,1 | 0,0 | 26,0 | 0,51 |
| Industria textil, confección; cuero y calzado | 10,0 | 1,0 | 0,0 | 9,0 | 0,57 |
| Industria de la madera y el corcho | 4,2 | 3,6 | 0,0 | 0,6 | 0,61 |
| Industria del papel; edición y artes gráficas | 5,8 | 3,1 | 0,0 | 2,7 | 0,35 |
| Industria química | 15,1 | 10,2 | 0,0 | 4,9 | 0,43 |
| Industria del caucho y materias plásticas | 7,5 | 6,2 | 0,0 | 1,2 | 0,51 |
| Otros productos minerales no metálicos | 23,3 | 21,7 | 0,0 | 1,6 | 1,29 |
| Metalurgia y fabricación de productos metálicos | 78,5 | 33,1 | 0,0 | 3,0 | 1,81 |
| Maquinaria y equipo mecánico | 7,2 | 5,5 | 0,0 | 1,7 | 0,23 |
| Equipo eléctrico, electrónico y óptico | 162,2 | 26,1 | 0,0 | 3,3 | 4,30 |
| Fabricación de material de transporte | 10,9 | 2,4 | 0,0 | 8,5 | 0,11 |
| Industrias manufactureras diversas | 4,4 | 2,0 | 0,0 | 2,4 | 0,29 |
| Construcción | 133,9 | 17,0 | 0,0 | 6,9 | 2,09 |
| Comercio y reparación | 5,3 | 2,5 | 0,0 | 2,9 | 0,64 |
| Hostelería | 15,4 | 2,2 | 0,0 | 13,3 | 0,71 |
| Transporte y comunicaciones | 20,1 | 11,0 | 0,0 | 9,1 | 0,70 |
| Intermediación financiera | 22,3 | 7,7 | 0,0 | 14,6 | 0,82 |
| Inmobiliarias y servicios empresariales | 79,7 | 18,8 | 0,0 | 38,3 | 0,98 |
| Administración pública | 26,5 | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 1,15 |
| Educación | 1,7 | 0,6 | 0,0 | 1,1 | 0,19 |
| Actividades sanitarias y veterinarias; servicios sociales | 3,3 | 0,7 | 0,0 | 2,7 | 0,19 |
| Otros servicios y act. sociales; servicios personales | 8,5 | 0,9 | 0,0 | 7,5 | 0,66 |
| Hogares que emplean personal doméstico | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 0,9 | 0,86 |
| Remuneración de asalariados | 103,4 | 0,0 | 76,3 | 27,1 | 0,92 |
| Excedente bruto de explotación | 93,1 | 0,0 | 57,7 | 35,3 | 0,88 |
| Hogares | 153,0 | 0,0 | 106,1 | 47,0 | 0,86 |
| Sociedades | 48,3 | 0,0 | 25,7 | 22,6 | 0,57 |
| Total | 1.116,6 | 199,1 | 265,7 | 318,9 | Δ Medio 0,83 % |
| ΔY total (%) | 0,89 | 0,86 | 0,87 | 0,89 | |

Las cuentas endógenas que experimentan un incremento mayor de renta al inyectar en la economía de Aragón las inversiones previstas en redes eléctricas pertenecían al sector productivo. Entre las ramas de actividad que superaron el incremento medio de las cuentas endógenas de la economía regional cabe resaltar: *Fabricación de equipos eléctricos, electrónicos y ópticos* (4,3 por ciento), *Construcción* (2,09 por ciento), *Metalurgia y fabricación de productos metálicos* (1,81 por ciento), *Otros productos minerales no metálicos* (1,29 por ciento), *Administración pública* (1,15 por ciento) y *Servicios empresariales* (0,98 por ciento). En los demás sectores, destacaron las cuentas representativas de los factores productivos, tanto *Remuneración de asalariados* (0,9 por ciento) como *Excedente bruto de explotación* (0,87 por ciento). En el Gráfico 1 se recogen estos porcentajes para las ramas de actividad productiva y en el Gráfico 2 se muestran para los sectores no productivos.

Gráfico 1. Distribución porcentual del incremento de *output* en las ramas de actividad productiva



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 2. Distribución porcentual del incremento de *output* en los sectores no productivos

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al impacto sobre el empleo de las inversiones en la red eléctrica de transporte en Aragón, también pueden calcularse unos multiplicadores de empleo (L_i) directamente ligados a las ramas de actividad productiva a partir de las *ratio* “volumen de empleo/recursos totales” de las diferentes ramas¹⁰. La ecuación para calcular los efectos sobre el empleo año a año del incremento del *output* en las ramas de actividad es

$$E_i = L_i * Y_i \quad [15]$$

en donde L_i es el vector diagonalizado que recoge los multiplicadores de empleo para cada rama; Y_i es el vector que recoge el incremento de *output* de las ramas de actividad como consecuencia del gasto de inversión de *REE* en cada rama año a año, expresado también a precios básicos y en euros constantes de 2005 y, finalmente, E_i el número de

¹⁰ Algunas estimaciones de impactos sobre el empleo en España pueden verse en De Miguel (2003) o Fernández Macho *et al.* (2006), entre otros.

empleos que se genera en cada una de las ramas de actividad productiva mientras dura la ejecución del gasto¹¹.

Ha de resaltarse que de acuerdo con la información facilitada por *REE*, la plantilla media en Aragón fue de 37 empleos entre 2007 y 2009, previéndose un crecimiento durante el periodo 2010-2014 hasta alcanzar los 48 empleos/año.

Los resultados, sintetizados en la Tabla 7, indican que la generación de empleo en la economía regional será creciente a lo largo del período, en torno a 200 trabajadores temporales en promedio anual, si bien en 2011 aumentará de forma notable hasta 374 empleos por el mayor esfuerzo inversor a realizar.

Tabla7. Efecto del gasto de *REE* en la creación de empleo en la economía de Aragón

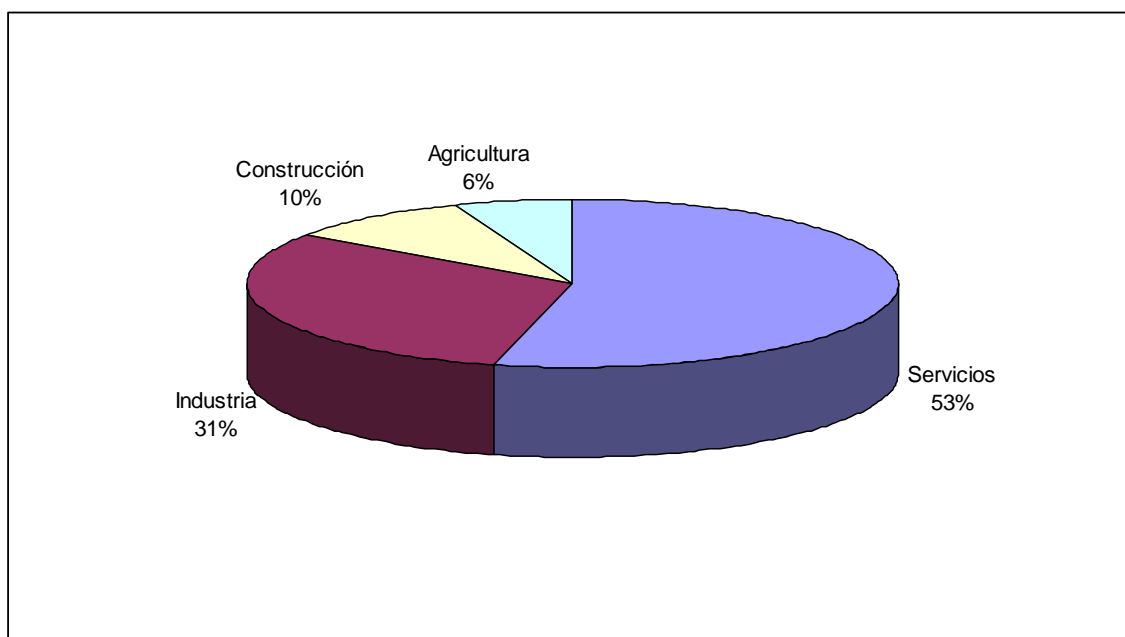
| | | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | Prom. |
|----|--|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 1 | Agricultura, ganadería y pesca | 3 | 1 | 5 | 9 | 22 | 19 | 21 | 13 | 12 |
| 2 | Industrias extractivas | 1 | 0 | 2 | 4 | 9 | 8 | 9 | 5 | 5 |
| 3 | Energía eléctrica, gas y agua | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | Ind. de la aliment. bebidas y tabaco | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 5 | Ind. textil, confección; cuero y calzado | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| 6 | Industria de la madera y el corcho | 1 | 0 | 1 | 2 | 4 | 4 | 5 | 3 | 3 |
| 7 | Ind. del papel; edición y artes gráficas | 0 | 0 | 1 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 8 | Industria química | 1 | 0 | 1 | 2 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 |
| 9 | Ind. del caucho y materias plásticas | 1 | 0 | 1 | 2 | 4 | 4 | 5 | 3 | 2 |
| 10 | Otros prod. minerales no metálicos | 4 | 1 | 7 | 9 | 21 | 21 | 26 | 14 | 13 |
| 11 | Metalurgia y fab. de prod.metálicos | 5 | 2 | 9 | 17 | 41 | 34 | 38 | 23 | 21 |
| 12 | Maquinaria y equipo mecánico | 1 | 0 | 1 | 3 | 6 | 5 | 6 | 4 | 3 |
| 13 | Equipo eléctrico, electrónico y óptico | 2 | 1 | 3 | 5 | 11 | 10 | 11 | 7 | 6 |
| 14 | Fabricación de material de transporte | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 15 | Industrias manufactureras diversas | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 16 | Construcción | 6 | 2 | 10 | 14 | 33 | 31 | 38 | 21 | 19 |
| 17 | Comercio y reparación | 12 | 4 | 20 | 32 | 75 | 69 | 81 | 46 | 42 |
| 18 | Hostelería | 1 | 0 | 2 | 4 | 10 | 8 | 9 | 6 | 5 |
| 19 | Transporte y comunicaciones | 4 | 1 | 7 | 12 | 29 | 25 | 28 | 17 | 15 |
| 20 | Intermediación financiera | 1 | 0 | 2 | 3 | 7 | 6 | 7 | 4 | 4 |
| 21 | Inmobiliarias y serv.empresariales | 8 | 3 | 13 | 24 | 56 | 49 | 56 | 33 | 30 |
| 22 | Administración pública | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | Educación | 2 | 1 | 3 | 7 | 16 | 13 | 14 | 9 | 8 |
| 24 | Act. sanitarias y vet.; serv. sociales | 1 | 0 | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 |
| 25 | Otros servicios sociales y personales | 1 | 0 | 1 | 2 | 6 | 5 | 6 | 3 | 3 |
| 26 | Hogares que emplean pers. domést. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 55 | 18 | 92 | 159 | 374 | 332 | 381 | 222 | 204 |

Fuente: Elaboración propia.

¹¹ Se trata, por lo tanto, de una generación de empleo temporal y no estable en el tiempo, que se origina en algunas ramas de actividad productiva como consecuencia del incremento de su *output* total que conlleva el gasto anual de inversión de *REE*.

El Gráfico 3 sintetiza los resultados en la ocupación. Obsérvese que los servicios absorberán un 53 por ciento del empleo creado en el periodo y la industria un 31 por ciento de media. La construcción y el sector primario, por su parte, representarán, respectivamente, un 10 y un 6 por ciento del empleo que se genere en el periodo.

Gráfico 3. Efectos de las inversiones sobre el empleo regional en 2007-2014. Distribución sectorial



Fuente: Elaboración propia.

4. Conclusiones

El objetivo de este trabajo ha sido analizar el impacto macroeconómico regional de las inversiones en las líneas de transporte de electricidad de Aragón durante el período 2007-2014. El gasto de 332,9 millones de euros previsto por REE en el periodo 2007-2014 implica la construcción de los importantes tendidos de alta tensión de 400kV de Mudéjar-Morella y el de Fuendetodos-Mezquita-Morella. Este último se considera una pieza clave para evacuar la energía eólica generada en la provincia de Teruel y de él partirá una línea de alta tensión de 400kV que unirá Mezquita-Platea y la parte turolense hasta Turis, en Valencia. Están previstas nuevas líneas de 220kV en la provincia de Zaragoza que unirán Fuendetodos-Maria-Plaza; La Serna-Magallón y Jalón-Los Vientos y formarán parte del denominado anillo sur de Zaragoza. En la provincia de Teruel se contempla la construcción de nuevas líneas de 220kV entre Mezquita-Calamocha y Mezquita-Valdeconejos. Por último, también se contempla la construcción de la línea de alta tensión de 400kV de Peñalba a Isona (Lérida), pasando por Monzón, para reforzar el suministro eléctrico al tren de alta velocidad y facilitar la evacuación de las energías renovables generadas.

De hecho, Aragón ocupa una posición destacable en energías renovables entre las regiones españolas y está muy cerca de cumplir el objetivo marcado por la Unión Europea de que en 2020 el 20 por ciento del consumo de energía final proceda de fuentes renovables. Hoy, a menos de diez años de que venza ese plazo, Aragón está en el 16,4 por ciento, frente al 12,3 por ciento nacional.

La aplicación del modelo de multiplicadores lineales de la *MCS* ha permitido evaluar el impacto de las inversiones de *REE*, tanto en las ramas de actividad productiva como en el conjunto de los sectores institucionales. En relación a la situación “*sin REE*”, el gasto de *REE* elevará el *output* total de las cuentas endógenas (ΔY total) en 1.116 millones de euros, un 0,89 por ciento, *al pasar de 124.790 millones de output total (Y sin REE) a 125.907 millones (Y con REE)*. El mayor aumento se deberá a los efectos *circulares* (318,9 millones de euros, un 0,89 por ciento de ΔY circular). Le seguirán los incrementos derivados de los efectos *abiertos* (265 millones de euros, un 0,87 por ciento de ΔY abierto) y, por último, los de los efectos *propios* (199,1 millones de euros, un 0,86 por ciento de ΔY propios).

En cuanto al aumento porcentual de *output* que cada una de las cuentas endógenas experimentará al inyectar el gasto de inversión de *REE*, destacan los de *Fabricación de equipos eléctricos, electrónicos y ópticos* (4,30 por ciento), *Construcción* (2,09 por ciento), *Metalurgia y fabricación de productos metálicos* (1,81 por ciento), *Otros productos minerales no metálicos* (1,29 por ciento), *Administración pública* (1,15 por ciento) y *Servicios empresariales* (0,98 por ciento). Deben, asimismo, resaltarse los de las cuentas *Remuneración de los asalariados* (0,92 por ciento) y *Excedente bruto de explotación* (0,88 por ciento).

Con relación a los efectos sobre el empleo del gasto de inversión de *REE* en Aragón, se consta que la generación de empleo, aunque de carácter temporal dado que sólo se origina de forma puntual mientras se desarrollan las obras, será creciente a lo largo del período de estudio, en torno a 200 trabajadores temporales en media anual, si bien en 2011 aumentará de forma notable hasta más de 374 empleos, por el mayor esfuerzo inversor a realizar. La creación de empleo se concentrará en los servicios y en la industria, con cuotas relativas medias de un 53 y un 31 por ciento, respectivamente.

Por último, cabe señalar que los efectos macroeconómicos del gasto de *REE* en Aragón no acaban con los aquí analizados, sino que hay que añadir los derivados del gasto de *REE* fuera de Aragón que pueden incidir en la economía regional, así como las oportunidades que se abren a nuevas actividades productivas al entrar en funcionamiento estas infraestructuras. El análisis de estos impactos queda fuera del alcance de este estudio.

Bibliografía

AIXALA, J., PÉREZ y PÉREZ, L., SANAÚ, J. y SIMÓN, B. (2009): “Efectos económicos de la energía eólica en Aragón (1996-2012)”. *Economía Aragonesa*, 40, pp 56-72.

BOSCH, J., GARCÍA MONTALVO, J., GARCÍA VILLAR, J., SANCHO, F. y SERRA DE LA FIGUERA, D. (1997): **Evaluación del impacto económico de la construcción de la red de cable de banda ancha en Cataluña**. Institut D’Estudis Territorials. Barcelona.

CARDENETE, M. A. y FUENTES, P. (2009): **Análisis del sector energético español a través de un modelo de crecimiento sostenible**. Fundación Escuela de Organización Industrial. Colección Medio Ambiente. Madrid. 92 pp.

CARDENETE, M. A., FUENTES, P. (2010): “Un modelo SAM lineal para la evaluación del impacto de la central nuclear de Almaraz en la economía extremeña”, en *Realidad económica del sector nuclear*. Universidad de Extremadura. Servicio de Estudios.

CARDENETE, M.A., FUENTES, P. y POLO, C. (2010): “Sectores clave de la economía andaluza a partir de la matriz de contabilidad social regional para el año 2000”. *Revista de Estudios Regionales*, 88, pp 15-44.

CARDENETE, M. A. y SANCHO, F. (2003): “Evaluación de multiplicadores contables en el marco de una matriz de contabilidad social regional”. *Investigaciones Regionales*, 2, pp. 121-139.

De MIGUEL, F. J. (2003): “**Matrices de contabilidad social y modelización de equilibrio general: una aplicación para la economía extremeña**”. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura. Servicio de Publicaciones. Badajoz. 212 pp.

DE MIGUEL, F.J., MANRESA, A. y RAMAJO, J. (1998): “Matriz de contabilidad social y multiplicadores contables: una aplicación para Extremadura”. *Estadística Española*, 40 (143), pp. 195-232.

DEFOURNEY, J. y THORBEKE, E. (1984): “Structural Path Analysis and Multiplier Decomposition within a Social Accounting Matrix framework”, *The Economic Journal*, 94, pp. 111-136.

FERNÁNDEZ MACHO, J., GALLASTEGUI, C. y GONZÁLEZ CASIMIRO, P. (2006): “Medición de impactos económicos a partir de una matriz de contabilidad social: el sector pesquero en Galicia”. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 212, 41-79 pp.

FERRI, J. y URIEL, E. (2000): “Multiplicadores contables y análisis estructural en la matriz de contabilidad social. Una aplicación al caso español”, *Investigaciones Económicas*, vol. XXIV (2), pp. 419-453.

FLORES, M. y MAINAR, A. J. (2009): “Matriz de contabilidad social y multiplicadores contables para la economía aragonesa”, *Estadística Española*, Vol. 51 (172), pp. 431- 469.

GOBIERNO DE ARAGON (2010): Boletines de Coyuntura Energética de Aragón. Dep. de Industria, Comercio y Turismo. Accesible en: http://portal.aragon.es/portal/page/portal/ENERGIA/PUBLICACIONES/BOLETIN/Boletin_22.pdf

LLOP, M. y MANRESA, A. (2003): “**Análisis de multiplicadores en una economía regional abierta**”. Centra. Fundación Centro de Estudios Andaluces. Documento de Trabajo E2003/21.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO (MITyC) (2008): **Planificación de los sectores de electricidad y gas 2008-2016. Desarrollo de las redes de transporte**, Madrid: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Secretaría General de Energía. Subdirección General de Planificación Energética

PÉREZ y PÉREZ, L. y CÁMARA, A. (2010): *Estimación de la Matriz de Contabilidad Social de Aragón 2005*. Fundación Economía Aragonesa. Documento de Trabajo, 53/2010. Accesible en en: <http://www.fundear.es/asp/docstrabajodetalle.asp?Cod=58>

POLO, C. ROLAND-HOLST, D, y SANCHO, F. (1991): "Descomposición de multiplicadores en un modelo sectorial: una aplicación al caso español", *Investigaciones Económicas (Segunda época)*, XV (1), pp. 53-69.

PYATT, G. y ROUND, J. (1979): "Accounting and fixed price multipliers in a social accounting matrix framework", *The Economic Journal*, 89, pp. 850-873.

PYATT, G. y ROUND, J. (1985): **Social accounting matrices: a basis for planning**". The World Bank. Washington.

ROCA, J.; ALCÁNTARA, V. y PADILLA, E. (2007): "**Actividad económica, consumo final de energía y requerimientos de energía primaria en Cataluña, 1990-2005. Análisis mediante el uso de los balances energéticos desde una perspectiva *input-output***", Documento de Trabajo, Universidad Autónoma de Barcelona.

RUBIO, M.T. (1995): **Análisis input-output: aplicaciones para Castilla-León**. Junta de Castilla y León, Consejería de Economía y Hacienda. Servicio de Publicaciones. Valladolid.

STONE, R. (1978): "**The disaggregation of the household sector in the national accounts**". World Bank Conference on Social Accounting Methods in Development Planning, Cambridge.