

# “Impacto macroeconómico de las inversiones en la red de transporte de la electricidad”

Luis Pérez y Pérez (CITA y U. de Zaragoza)  
Avda. Montañana, 930. 50.059 Zaragoza  
Correo\_e: [luis.perez@unizar.es](mailto:luis.perez@unizar.es)  
Tel. 619 224658

Jaime Sanaú Villarroya  
Isabel Sanz Villarroya  
Universidad de Zaragoza  
Doctor Cerrada, 1. 50.004 Zaragoza

## Resumen

En este trabajo se aproximan los efectos que ejercerán en la economía española las inversiones previstas en la red de transporte de la electricidad en el período 2007-2014. Para el análisis del corto plazo se estima el convencional modelo de demanda de Leontief a partir de la última tabla simétrica del *Marco Input-Output* disponible para la economía española. Los resultados muestran que el impacto directo en la producción ascenderá a 5.273,1 millones de euros de 2009, el indirecto a 5.247,6 millones de euros y ambos permitirán mantener una media de 9.000 puestos de trabajo a tiempo completo anuales (no acumulables) en el mencionado período. El análisis a largo plazo se apoya en el modelo de crecimiento de Solow. Dado que la muestra estadística empleada cubre los años 1980-2008, se utilizan técnicas de análisis de series temporales y análisis de cointegración en la estimación de la función de producción, siguiendo a Pesaran *et al.* (2001). El análisis permite constatar una relación de equilibrio a largo plazo entre el nivel de producción, el trabajo, el *stock* de capital físico y el *stock* de capital humano. Los resultados de la estimación indican que las inversiones en la red de transporte de la electricidad elevarán el crecimiento del producto español un 0,14 por ciento, derivándose la mayor parte del impacto (0,13 por ciento) de las inversiones y sólo un 0,1 por ciento del empleo generado por estas actuaciones.

**Palabras Clave:** Redes de transporte de la electricidad; modelo de demanda de Leontief; crecimiento económico; análisis de series temporales; efectos macroeconómicos.

**Códigos JEL:** C32, C67, H54, Q43.

Área Temática 4. Economía del Agua, Recursos Naturales y Energía. Water economics, natural resources and energy

## Abstract

The aim of this work is to estimate the effects of the Spanish investment in the transmission of electricity network on the Spanish economy during the period 2007-2014. For short-term effects, the Leontief conventional model of demand has been applied using the last available symmetric table of the *Input-Output Framework* for the Spanish economy. Results show that in 2009, the direct impact on production will amount € 5,273.1 million, the indirect impact € 5,247.6 million, and both together will allow keeping an average of 9,000 annual full-time jobs (not cumulative) in the above-mentioned period. For long-term analysis, the Solow growth model has been applied. Since the statistical sample used covers the years 1980-2008, techniques of temporal series analysis as well as co-integration analysis have been applied for the evaluation of production functions according to Pesaran *et al.* (2001). This study verifies a long-term balance relating economic growth with stocks of labour, physical, and human capital. Results of this estimation indicate that the investments in the transmission of electricity network will increase the Spanish gross domestic product (GDP) 0.14 per cent. Most impact (0.13 per cent) comes from investments and only 0.1 per cent from the employment directly related to these actions.

**Keywords:** Electric transport network; Leontief demand model; economic growth; temporal series analysis; macroeconomic effects.

**JEL Codes:** C32, C67, H54, Q4

# **“Impacto macroeconómico de las inversiones en la red de transporte de la electricidad”**

## **1.- Introducción**

El modelo energético español se sustenta en tres pilares: la planificación de las infraestructuras, la liberalización del suministro de energía y una nueva regulación de las actividades energéticas en consonancia con las directivas europeas, cuyos efectos competitivos se estudiaron en Yepes Rodríguez (2005). En relación con la red de transporte de la electricidad, el Gobierno de España realiza la planificación de las redes, a propuesta del *Ministerio de Industria, Turismo y Comercio*.

*Red Eléctrica de España (REE)* es la empresa responsable de las instalaciones de transporte de electricidad en España, actuando como operador del sistema eléctrico español y como gestor de la red de transporte. Como operador su función es garantizar la continuidad y seguridad del suministro eléctrico y la correcta coordinación del sistema de producción y transporte. Como gestor de la red actúa como transportista en régimen de exclusividad. En este contexto, *REE* debe garantizar el desarrollo y ampliación de las instalaciones; realizar su mantenimiento y mejora; gestionar el tránsito de electricidad entre sistemas exteriores que se realicen utilizando las redes españolas; proporcionar información suficiente al gestor de cualquier otra red con la que esté interconectado para garantizar un funcionamiento seguro y, finalmente, garantizar el acceso de terceros a la red en régimen de igualdad.

Desde 2002 las actuaciones de REE se han recogido en los diversos documentos publicados bajo el título *Planificación de los sectores de electricidad y gas*. En el último de ellos, datado en 2008, el Gobierno de España estimó que las inversiones en la red de transporte de electricidad ascenderían en el período 2008-2016 a 9.220 millones de euros. En el trienio 2007-2009 las cifras inicialmente previstas difirieron de las realizadas tanto por los retrasos incurridos en la ejecución de las obras, como por la crisis económica desencadenada en 2008. De hecho, en abril de 2010, el *Ministerio de Industria Turismo y Comercio* envió a la *Comisión Nacional de la Energía* una propuesta de revisión a la baja del desarrollo de dicha red, que recogía un recorte significativo del gasto previsto. A finales de 2010 se considera que las inversiones en el desarrollo de la red de transporte de electricidad que REE

acometerá en el período 2007-2014 se elevará a 5.956 millones de euros. En este contexto, el principal objetivo de este trabajo es cuantificar el impacto de estas inversiones en la producción y en el empleo de la economía española en el corto y en el largo plazo.

Para el cálculo de los efectos a corto plazo de la inversión en la red de transporte de la electricidad se utiliza la última tabla simétrica disponible del *Marco Input-Output* de la economía española, referida al año 2005, elaborada por el Instituto Nacional de Estadística (*MIOE05*)<sup>1</sup>. Para cuantificar cómo las inversiones afectarán el crecimiento a largo plazo de la economía española se utiliza una metodología basada en la estimación de funciones de producción. Partiendo del modelo de crecimiento de Solow, se relaciona el crecimiento del producto de la economía española con los *stocks* de capital físico y capital humano y el trabajo. La estimación de los parámetros que acompañan a estas variables se lleva a cabo utilizando técnicas de análisis de series temporales, dado que el periodo muestral considerado cubre el lapso de tiempo comprendido entre 1980 y 2004. Se constata, además, la estabilidad a largo plazo de la relación existente entre el crecimiento del producto y el de dichas variables explicativas.

El trabajo se organiza como sigue. Tras esta introducción, en el epígrafe segundo se incluye una breve exposición del modelo de demanda de Leontief. En el apartado tercero, se cuantifican los efectos de las inversiones de REE a largo plazo a partir de 2014, estimando un modelo de crecimiento económico basado en el de Solow. Cierra el estudio un apartado en el que se destacan los principales resultados obtenidos.

## **2. Impactos a corto plazo**

### **2.1. Modelo de demanda del Marco *Input-Output* (MIO).**

Como señalan Muñoz Ciudad *et al.* (2008), en el *MIO* los coeficientes y relaciones estructurales que se pueden calcular a partir de la tabla simétrica posibilitan su utilización como modelo de simulación y proyección y, en concreto, la estimación de los niveles de producción de cada rama necesarios para satisfacer un objetivo de demanda final determinado de forma exógena (*modelo de demanda*).

---

<sup>1</sup> La última tabla simétrica disponible en el momento de elaborar este trabajo era la correspondiente al año 2005, aunque el Instituto Nacional de Estadística ha publicado las tablas de origen y destino relativas al ejercicio 2007.

En el modelo de demanda, las filas de la tabla simétrica representan los destinos de la producción de cada rama  $i$ . La suma de tales destinos coincide con el valor de la producción de la rama ( $X_i$ ) de manera que

$$x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{ij} + D_i = X_i \quad [1]$$

siendo  $x_{ij}$  los destinos que van desde la rama  $i$  a la  $j$ ,  $D_i$  la cantidad que  $i$  destina a la demanda final.

La expresión [1] puede transformarse fácilmente en:

$$a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{ij}X_j + D_i = X_i \quad [2]$$

siendo  $a_{ij}$  un coeficiente técnico que mide la utilización que la rama  $j$  hace de productos de la rama  $i$  por unidad de producción.

Generalizando el modelo a todas las ramas de producción y expresándolo en forma matricial:

$$AX + D = X \quad [3]$$

donde  $A$  es una matriz de coeficientes técnicos,  $X$  un vector columna de las producciones y  $D$  un vector columna de las demandas finales.

El modelo permite relacionar demandas finales autónomas y niveles de producción necesarios para satisfacerlas. Por ello, puede utilizarse el algoritmo conocido como el método de la inversa de la matriz de Leontief, cuya ecuación básica es:

$$X = (I - A)^{-1} D \quad [4]$$

Siendo  $X$  el vector columna de las producciones necesarias de cada rama (las incógnitas del problema),  $(I - A)^{-1}$ , la inversa de la matriz de Leontief ( $I - A$ ),  $I$  la matriz diagonal unitaria y  $D$ , el vector de las demandas finales que se determina de forma exógena y que, en este trabajo, serán las inversiones en la red española de transporte de la electricidad. En el resto del trabajo, se denominará impacto directo a  $D$  (es decir a las inversiones de REE que impulsan la producción) e impacto indirecto o efecto de arrastre a  $X$  (producción generada como consecuencia de las inversiones de REE).

## 2.2. Estimación del impacto a corto plazo

Cuantificar los efectos de las inversiones en la red de transporte de la electricidad requiere conocer con detalle el proceso inversor que se va a llevar a cabo entre 2007 y 2014, cuyo monto total se cifraba en 5.973,2 millones de euros de 2009, en el momento de elaborar este estudio<sup>2</sup>.

A partir de la información suministrada por los responsables de REE, se estimó que las inversiones en líneas representarán un 44,9 por ciento de dicho importe; las subestaciones un 42,7 por ciento; los transformadores un 11,5 por ciento y, por último, las reactancias y condensadores, un 0,6 por ciento y un 0,2 por ciento, respectivamente. Para la aplicación del modelo de demanda de Leontief se consideraron sólo dos tipos de inversiones: líneas y subestaciones, comprendiendo éstas los transformadores, las reactancias y los condensadores. En consecuencia, las cuantías a invertir en líneas totalizan 2.652,8 millones de euros y las destinadas a subestaciones 3.320,4 millones de euros (valoradas ambas a precios de 2009).

Por lo que respecta a la evolución temporal, el proceso inversor comenzó en 2007 con un gasto de 653 millones de euros de 2009, que se redujo en 2008 (633,4 millones). En el trienio siguiente, coincidente con la fase álgida de la recesión económica, se realizarán casi la mitad de las actuaciones contempladas, con un ritmo de ejecución ascendente. A partir de 2012, las inversiones se recortarán hasta los 374,3 millones de euros en 2014.

Para calcular los efectos de estas inversiones fue necesario delimitar qué ramas de actividad fabrican los distintos componentes de líneas y subestaciones y qué parte de la inversión la suministrarán empresas radicadas en España.

La determinación de las ramas de actividad fabricantes de los distintos componentes de las líneas y subestaciones se efectuó a partir de la información facilitada por REE. Igualmente se estimó la distribución porcentual del gasto en la construcción de líneas y subestaciones y los costes se relacionaron con las ramas de actividad productiva del *MIOE05* (Tabla 1).

---

<sup>2</sup> Para la realización de los distintos cálculos, los 5.956,3 millones nominales de inversión prevista en el período 2007-2014 se transformaron a precios básicos del año 2005, valoración necesaria para trabajar con la tabla simétrica. No obstante, y por razones de homogeneidad, todos los resultados se volvieron a transformar y se expresan a precios de adquisición del año 2009, salvo en la Tabla 5. Como deflactor se utilizó el Índice de Precios al Consumo General (IPC general) en media anual, que en el momento de elaborar el trabajo estaba disponible desde el año 2005 hasta el año 2009. Para los años 2010 a 2014 se supuso que la variación interanual del IPC general será del 2%. Para transformar las magnitudes expresadas a precios de adquisición en magnitudes a precios básicos hay que considerar los márgenes comerciales, los márgenes de transporte y los impuestos netos sobre productos. Concretamente, en este estudio se utilizó para cada rama de actividad *i* el factor de conversión ( $F_i$ ) definido como:  $F_i = \text{Oferta a precios básicos de la rama de actividad } i / \text{Oferta a precios de adquisición de la rama de actividad } i$ . El paso de precios básicos a precios de adquisición se realizó empleando la inversa de  $F_i$ .

**Tabla 1. Coste de de las líneas eléctricas y subestaciones. Correspondencia con las ramas del MIO (porcentajes)**

Ramas MIO		Porcentaje
	<u>Líneas Eléctricas</u>	
29	Metalurgia	14,8
33	Fabricación de maquinaria y material eléctrico	37,4
40	Construcción	27,5
60	Otras actividades empresariales	5,8
67	Administración pública	14,5
Total		100,0
	<u>Subestaciones</u>	
29	Metalurgia	10,8
33	Fabricación de maquinaria y material eléctrico	28,8
34	Fabricación de material electrónico	13,4
40	Construcción	38,1
60	Otras actividades empresariales	7,7
67	Administración pública	1,2
Total		100,0

Fuente: Elaboración propia a partir de información suministrada por REE y MIOE05.

Para determinar qué parte de las inversiones será suministrada por empresas residentes se recurrió también a la opinión de directivos de REE. Las participaciones de empresas residentes en el gasto de inversión total figuran en la Tabla 2. Con estos supuestos y a través del modelo de demanda de Leontief, se estimaron los efectos del gasto de REE en las 73 ramas de actividad en que desagrega el MIO la economía española<sup>3</sup>. Para ello se trabajó con demandas finales anualizadas desde 2007 hasta 2014, distribuidas entre las ramas “Metalurgia”, “Fabricación de maquinaria y material eléctrico”, “Fabricación de material electrónico”, “Construcción”, “Otras actividades empresariales” y “Administración pública” en las proporciones que figuran en la Tabla 2<sup>4</sup>.

Los resultados, según se desprende de la tabla 3, muestran que la capacidad de arrastre del gasto se situará en torno al 99,5 por ciento. Esto supone que, en el período 2007-2014, la inversión de 5.273,1 millones de euros en redes de transporte de la electricidad provocará un impacto total sobre la producción total de la economía española de 10.520,6 millones<sup>5</sup>.

<sup>3</sup> Una explicación más detallada del modelo de demanda de Leontief puede consultarse, entre otros, en Pulido y Fontela (1993) o Muñoz Ciudad *et al.* (2008).

<sup>4</sup> La Tabla 2 se elaboró a partir de información suministrada por los directivos de REE. La producción interior que se desprende del MIO para estas ramas es inferiores a la considerada en este trabajo. De haber considerado el MIO, el impacto directo hubiera sido un 13,3 por ciento inferior; el indirecto un 9,3 por ciento menor; el efecto total un 11 por ciento inferior y el empleo un 8,7 por ciento menor.

<sup>5</sup> La inversión estimada de REE durante el período 2007-2014 asciende a 5.973,2 millones de euros de 2009. Se ha considerado que se demandarán a empresas residentes en España bienes y servicios valorados en 5.273,2 millones de euros y a empresas no residentes el resto, 700 millones de euros de 2009.

**Tabla 2. Inversiones satisfechas con producción nacional (porcentaje sobre la producción valorada a precios básicos).**

	Rama <i>MIO</i>	Porcentaje
29	Metalurgia	91,7
33	Fabricación de maquinaria y material eléctrico	75,4
34	Fabricación de material electrónico	74,1
40	Construcción	100
60	Otras actividades empresariales	100
67	Administración pública	100

Fuente: Elaboración propia a partir de información facilitada por REE

Sobresale el año 2011 por ser el de mayor inversión, con una producción derivada del efecto de arrastre de 2.160,4 millones de euros del año 2009. Al analizar los sectores más requeridos, destacan “Construcción”, que representa el 29,4 por ciento de la producción española demandada (o 635,2 millones en ese ejercicio); “Fabricación de maquinaria y material eléctrico”, con una cuota del 16,8 por ciento; “Metalurgia”, 9,7 por ciento; “Otras actividades empresariales”, 7,3 por ciento; “Administración pública”, 5,0 por ciento; “Fabricación de productos metálicos”, 4,4 por ciento; “Fabricación de material electrónico”, 2,4 por ciento; “Reciclaje”, 2,1 por ciento; “Fabricación de otros productos minerales no metálicos”, 1,8 por ciento; “Producción y distribución de energía eléctrica”, 1,6 por ciento y, finalmente, “Industria química”, 1,5 por ciento.

El 99,5 por ciento de arrastre sobre la economía española es una media ponderada de los efectos de arrastre individuales de las seis ramas directamente afectadas por el gasto de REE: “Construcción” presenta una capacidad de arrastre del 134 por ciento; “Metalurgia”, el 120 por ciento; “Fabricación de maquinaria y material eléctrico”, el 83 por ciento; “Otras actividades empresariales”, 63 por ciento y “Fabricación de material electrónico” y “Administraciones Públicas”, entre un 42 y un 43 por ciento.

**Tabla 3. Impactos directos, indirectos y totales de las inversiones en la red de transporte de la electricidad en la producción (millones de euros de 2009, precios de adquisición)**

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Inversión de Red Eléctrica (Impacto directo)</b>	<b>575,6</b>	<b>558,5</b>	<b>670,8</b>	<b>851,8</b>	<b>1.087,1</b>	<b>634,8</b>	<b>564,0</b>	<b>330,5</b>
Agricultura, ganadería y caza	1,0	1,0	1,2	1,6	2,0	1,1	1,0	0,6
Selvicultura y explotación forestal	0,7	0,7	0,8	1,0	1,3	0,8	0,7	0,4
Pesca y acuicultura	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Extracción de antracita, hulla, lignito y turba	1,2	1,2	1,4	1,9	2,4	1,4	1,2	0,7
Extracción de crudos de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
Extracción de minerales metálicos	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Extracción de minerales no metálicos	6,9	6,7	8,1	9,9	12,5	7,4	6,7	3,9
Coquerías, refino y combustibles nucleares	9,0	8,7	10,5	13,5	17,3	10,0	8,9	5,2
Producción y distribución de energía eléctrica	17,6	17,2	20,6	27,2	34,8	20,1	17,6	10,4
Producción y distribución de gas	3,9	3,8	4,6	6,0	7,8	4,5	3,9	2,3
Captación, depuración y distribución de agua	0,8	0,8	1,0	1,3	1,6	0,9	0,8	0,5
Industria cárnica	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,1
Industrias lácteas	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
Otras industrias alimenticias	0,6	0,6	0,7	1,0	1,3	0,7	0,6	0,4
Elaboración de bebidas	0,3	0,3	0,3	0,4	0,6	0,3	0,3	0,2
Industria del tabaco	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Industria textil	1,6	1,5	1,8	2,4	3,0	1,8	1,5	0,9
Industria de la confección y la peletería	3,8	3,7	4,4	5,6	7,2	4,2	3,7	2,2
Industria del cuero y del calzado	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1
Industria de la madera y el corcho	8,5	8,2	9,9	12,0	15,3	9,1	8,2	4,7
Industria del papel	7,2	7,0	8,4	11,0	14,2	8,1	7,1	4,2
Edición y artes gráficas	11,4	11,1	13,3	16,9	21,6	12,6	11,2	6,6
Industria química	16,7	16,2	19,4	25,1	32,1	18,6	16,5	9,7
Industria del caucho y materias plásticas	13,3	12,9	15,5	19,6	25,0	14,6	13,0	7,6
Fabricación de cemento, cal y yeso	5,6	5,3	6,4	7,6	9,6	5,8	5,3	3,0
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	2,1	2,0	2,5	3,0	3,8	2,3	2,0	1,2
Industrias de la cerámica	6,2	5,9	7,1	8,4	10,7	6,4	5,9	3,3
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	22,9	21,9	26,5	31,3	39,5	23,8	21,7	12,4
Metalurgia	37,9	36,9	44,3	57,3	73,3	42,5	37,5	22,1

**Tabla 3. Impactos directos, indirectos y totales de las inversiones en la red de transporte de la electricidad en la producción (millones de euros de 2009, precios de adquisición) (continuación)**

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Fabricación de productos metálicos	50,5	49,0	58,9	74,8	95,4	55,7	49,5	29,0
Maquinaria y equipo mecánico	11,2	10,8	13,0	16,5	21,1	12,3	10,9	6,4
Máquinas de oficina y equipos informáticos	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,3	0,3	0,2
Fabricación de maquinaria y material eléctrico	28,4	27,6	33,1	41,7	53,2	31,2	27,8	16,2
Fabricación de material electrónico	0,8	0,8	0,9	0,9	1,2	0,7	0,7	0,4
Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,1
Fabricación de vehículos de motor y remolques	2,3	2,2	2,7	3,5	4,5	2,6	2,3	1,3
Fabricación de otro material de transporte	0,6	0,6	0,7	1,1	1,5	0,8	0,7	0,4
Muebles y otras industrias manufactureras	6,3	6,1	7,4	9,0	11,4	6,8	6,1	3,5
Reciclaje	22,7	22,3	26,6	35,8	46,1	26,3	22,9	13,7
Construcción	138,5	132,9	160,3	189,6	239,6	144,1	131,5	75,1
Venta y reparación de vehículos de motor; comercio de combustible para automoción	3,9	3,8	4,5	5,7	7,3	4,3	3,8	2,2
Comercio al por mayor e intermediarios	2,4	2,3	2,8	3,5	4,5	2,6	2,3	1,4
Comercio al por menor; reparación de efectos personales	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1
Alojamiento	1,8	1,7	2,1	2,7	3,4	2,0	1,8	1,0
Restauración	0,7	0,7	0,8	1,1	1,4	0,8	0,7	0,4
Transporte por ferrocarril	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,3	0,3	0,2
Transporte terrestre y transporte por tubería	15,5	15,0	18,0	22,8	29,1	17,0	15,1	8,9
Transporte marítimo	0,6	0,5	0,7	0,8	1,1	0,6	0,6	0,3
Transporte aéreo y espacial	0,7	0,7	0,8	1,1	1,4	0,8	0,7	0,4
Actividades anexas a los transportes	14,4	14,0	16,8	21,5	27,5	16,0	14,2	8,3
Actividades de agencias de viajes	1,1	1,0	1,3	1,5	2,0	1,2	1,0	0,6
Correos y telecomunicaciones	12,8	12,5	15,0	19,7	25,3	14,5	12,7	7,6
Intermediación financiera	9,2	9,0	10,8	13,8	17,6	10,2	9,1	5,3
Seguros y planes de pensiones	2,0	1,9	2,3	2,8	3,6	2,1	1,9	1,1
Actividades auxiliares	1,7	1,6	2,0	2,5	3,1	1,8	1,7	1,0
Actividades inmobiliarias	12,8	12,4	14,9	18,7	23,8	14,0	12,5	7,3
Alquiler de maquinaria y enseres domésticos	5,8	5,6	6,8	8,3	10,5	6,2	5,6	3,2
Actividades informáticas	2,5	2,4	2,9	3,9	5,1	2,9	2,5	1,5
Investigación y desarrollo	2,4	2,3	2,8	3,4	4,4	2,6	2,3	1,3

**Tabla 3. Impactos directos, indirectos y totales de las inversiones en la red de transporte de la electricidad en la producción (millones de euros de 2009, precios de adquisición) (conclusión)**

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Otras actividades empresariales	36,7	35,7	42,8	55,5	71,1	41,1	36,3	21,4
Educación de mercado	1,5	1,5	1,8	2,3	3,0	1,7	1,5	0,9
Sanidad y servicios sociales de mercado	1,0	1,0	1,2	1,5	2,0	1,1	1,0	0,6
Saneamiento público de mercado	0,9	0,9	1,1	1,3	1,7	1,0	0,9	0,5
Actividades asociativas de mercado	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,4	0,3	0,2
Actividades recreativas, culturales y deportivas	5,3	5,1	6,1	7,7	9,8	5,8	5,1	3,0
Actividades diversas de servicios personales	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1
Administración pública	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Educación de no mercado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sanidad y servicios sociales de no mercado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Saneamiento público de no mercado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Actividades asociativas de no mercado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Actividades recreativas y culturales de no mercado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hogares que emplean personal doméstico	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Producción indirecta demandada (impacto indirecto)</b>	<b>578,1</b>	<b>559,6</b>	<b>672,7</b>	<b>842,5</b>	<b>1.073,3</b>	<b>630,2</b>	<b>563,0</b>	<b>328,2</b>
<b>Total producción (Impacto total)</b>	<b>1.153,6</b>	<b>1.118,1</b>	<b>1.343,5</b>	<b>1.694,4</b>	<b>2.160,4</b>	<b>1.265,0</b>	<b>1.127,0</b>	<b>658,7</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de *MIOE05*

Si variasen los requerimientos de demanda nacional, el efecto sobre la producción interior dependerá de a qué sectores se les aplica dicha modificación, resultando más afectado el producto si el sector más implicado es “Construcción”, y menos si lo es “Fabricación de material electrónico” y “Administraciones Públicas”.

El efecto de arrastre se midió a través de la matriz de coeficientes técnicos interiores, que recoge sólo el efecto de las adquisiciones inicialmente realizadas a empresas residentes. Ahora bien, dado que empresas no residentes también suministran una parte de los *inputs*, la demanda satisfecha por ellas podría generar un segundo y más reducido efecto de arrastre que, aunque de difícil medición habría que adicionar al 99,5 por ciento mencionado, en la medida en que estas empresas foráneas adquirieran *inputs* intermedios a empresas españolas.

De acuerdo con la información facilitada por REE, la plantilla media en 2007-2009 fue de 1.359, 1.497 y 1.540 trabajadores respectivamente, siendo optimistas las previsiones de crecimiento en el medio plazo. El modelo de Leontief permite cuantificar también el impacto de las inversiones en la generación de empleo. Con el fin de estimarlo, se calculó para cada una de las 73 ramas de actividad del *MIOE05* la relación entre la producción total y el número de empleos. Estos coeficientes se multiplicaron por la producción estimada para cada rama a lo largo de los años analizados (Tabla 3). El resultado indica que la generación de empleo será importante a lo largo del período, algo más de nueve mil trabajadores en media anual (no acumulables), si bien en 2011 aumentará hasta casi los quince mil, por el mayor esfuerzo inversor a realizar (Tabla 4)<sup>6</sup>. No obstante, estas estimaciones implican que la productividad del factor trabajo se mantendrá constante a lo largo del tiempo, pero si la productividad del trabajo variase a lo largo de estos años, las cifras de empleo estimadas se alterarían también de forma proporcional a tales modificaciones.

También, como ocurría con la producción, podría originarse un segundo efecto de arrastre sobre la economía nacional en la generación de empleo en la medida que las empresas extranjeras que suministran bienes o servicios a las líneas y subestaciones eléctricas adquieran bienes o servicios a empresas radicadas en España.

---

<sup>6</sup> Los cálculos se efectuaron considerando las inversiones realizadas en el trienio 2007-2009 y las previsiones para 2010-2014, tras el ajuste como consecuencia de la crisis económica. De haber utilizado las cifras inicialmente previstas por el Gobierno de España en 2008 se hubieran obtenido resultados poco realistas. En todo caso, lo que finalmente ocurra hasta 2014 dependerá también de las inversiones que acometan otras empresas, especialmente las productoras de electricidad, lo que a su vez se verá condicionado por la demanda española de energía y, a su vez, del ritmo de crecimiento del PIB.

**Cuadro 4. Impacto de las inversiones en la red de transporte de la electricidad en el empleo (puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo)**

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Agricultura, ganadería y caza	16	16	19	25	32	18	16	10
Selvicultura y explotación forestal	10	9	11	14	18	11	9	6
Pesca y acuicultura	0	0	0	1	1	0	0	0
Extracción de antracita, hulla, lignito y turba	9	9	11	15	19	11	9	6
Extracción de crudos de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio	0	0	0	0	0	0	0	0
Extracción de minerales metálicos	0	0	0	1	1	0	0	0
Extracción de minerales no metálicos	26	25	30	36	46	27	25	14
Coquerías, refinó y combustibles nucleares	1	1	2	2	3	2	1	1
Producción y distribución de energía eléctrica	13	12	15	20	25	14	13	8
Producción y distribución de gas	2	2	3	4	5	3	2	1
Captación, depuración y distribución de agua	6	5	7	9	11	6	6	3
Industria cárnica	1	1	1	1	1	1	1	0
Industrias lácteas	0	0	0	0	0	0	0	0
Otras industrias alimenticias	2	2	3	4	6	3	3	2
Elaboración de bebidas	1	1	1	1	1	1	1	0
Industria del tabaco	0	0	0	0	0	0	0	0
Industria textil	11	10	12	16	20	12	10	6
Industria de la confección y la peletería	27	27	32	40	51	30	27	16
Industria del cuero y del calzado	1	1	1	1	2	1	1	1
Industria de la madera y el corcho	70	67	81	98	125	74	67	39
Industria del papel	27	26	31	41	53	30	27	16
Edición y artes gráficas	69	67	80	102	131	76	68	40
Industria química	43	42	51	65	84	49	43	25
Industria del caucho y materias plásticas	69	67	81	102	131	76	68	40
Fabricación de cemento, cal y yeso	15	15	18	21	27	16	15	8
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	13	13	15	19	24	14	13	7
Industrias de la cerámica	41	39	47	56	71	42	39	22
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	105	101	122	144	182	109	100	57
Metalurgia	341	334	400	539	693	395	343	206

**Tabla 4. Impacto de las inversiones en la red de transporte de la electricidad en el empleo (puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo) (continuación)**

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Fabricación de productos metálicos	359	348	418	531	678	396	352	206
Maquinaria y equipo mecánico	68	66	80	101	129	75	67	39
Máquinas de oficina y equipos informáticos	1	1	2	2	3	2	1	1
Fabricación de maquinaria y material eléctrico	683	669	800	1.073	1.380	789	686	410
Fabricación de material electrónico	203	186	228	187	221	160	168	84
Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	2	2	2	2	2	2	2	1
Fabricación de vehículos de motor y remolques	7	7	8	10	13	8	7	4
Fabricación de otro material de transporte	3	3	4	6	8	4	4	2
Muebles y otras industrias manufactureras	56	54	65	79	100	59	54	31
Reciclaje	27	27	32	43	55	32	27	16
Construcción	2.822	2.705	3.264	3.842	4.852	2.924	2.674	1.523
Venta y reparación de vehículos de motor; comercio de combustible para automoción	70	67	81	102	130	76	68	40
Comercio al por mayor e intermediarios	241	233	280	353	450	264	235	137
Comercio al por menor; reparación de efectos personales	126	121	146	178	225	134	121	70
Alojamiento	23	23	27	35	45	26	23	14
Restauración	7	6	8	11	14	8	7	4
Transporte por ferrocarril	3	3	3	4	6	3	3	2
Transporte terrestre y transporte por tubería	213	207	249	315	402	235	209	122
Transporte marítimo	2	2	2	3	4	2	2	1
Transporte aéreo y espacial	3	3	3	4	6	3	3	2
Actividades anexas a los transportes	83	80	96	123	157	92	81	48
Actividades de agencias de viajes	6	5	7	8	10	6	5	3
Correos y telecomunicaciones	51	50	60	79	101	58	51	30
Intermediación financiera	57	56	67	85	109	63	56	33
Seguros y planes de pensiones	7	6	8	10	12	7	6	4
Actividades auxiliares	10	10	12	15	19	11	10	6
Actividades inmobiliarias	21	21	25	31	39	23	21	12
Alquiler de maquinaria y enseres domésticos	37	36	43	53	67	40	36	21
Actividades informáticas	20	20	23	32	41	23	20	12
Investigación y desarrollo	26	25	30	38	48	28	25	15

**Tabla 4. Impacto de las inversiones en la red de transporte de la electricidad en el empleo (puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo) (conclusión)**

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Otras actividades empresariales	991	957	1.152	1.421	1.806	1.067	959	556
Educación de mercado	28	27	32	42	54	31	27	16
Sanidad y servicios sociales de mercado	15	14	17	23	29	17	15	9
Saneamiento público de mercado	8	8	9	12	15	9	8	5
Actividades asociativas de mercado	6	6	7	9	12	7	6	4
Actividades recreativas, culturales y deportivas	51	50	60	75	95	56	50	29
Actividades diversas de servicios personales	4	4	5	6	8	5	4	2
Administración pública	538	581	671	1.392	1.869	929	689	483
Educación de no mercado	0	0	0	0	0	0	0	0
Sanidad y servicios sociales de no mercado	0	0	0	0	0	0	0	0
Saneamiento público de no mercado	0	0	0	0	0	0	0	0
Actividades asociativas de no mercado	0	0	0	0	0	0	0	0
Actividades recreativas y culturales de no mercado	0	0	0	0	0	0	0	0
Hogares que emplean personal doméstico	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total empleo generado</b>	<b>7.797</b>	<b>7.583</b>	<b>9.100</b>	<b>11.712</b>	<b>14.973</b>	<b>8.697</b>	<b>7.688</b>	<b>4.528</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de *MIOE05*.

Comparando la inversión de REE con algunas macromagnitudes nacionales, se obtiene su importancia relativa. Conviene señalar que la inversión en el trienio 2007-2009 contribuyó a una generación entre el 1 y el 1,3 por mil del PIB y entre el 7,9 y el 11 por mil del VAB industrial. A su vez, el empleo representó, en dicho periodo entre el 0,4 y el 0,5 por mil del empleo total y entre el 2,7 y 3,7 por mil del empleo industrial (tabla 5).

Se trata de impactos no muy importantes, que se producen en el corto plazo y desaparecen al concluir las inversiones. De ahí que resulte necesario completar el estudio evaluando los efectos que estas nuevas infraestructuras ejercerán a largo plazo, tarea que se sintetiza en el apartado siguiente.

**Tabla 5. Comparación con las macromagnitudes españolas (millones de euros nominales y miles de trabajadores).**

	2007	2008	2009
<b>Impacto total</b>	<b>1.111</b>	<b>1.121</b>	<b>1.343</b>
<b>Empleo</b>	<b>7,8</b>	<b>7,6</b>	<b>9,1</b>
PIB total	1.053.537	1.088.124	1.053.914
VAB industrial	138.774	141.310	121.917
Empleo	19.089,5	18.988,2	17.732,7
Empleo industria	2.889,5	2.848,0	2.476,5
% PIB total	1,1	1,0	1,3
% VAB industrial	8,0	7,9	11,0
% Empleo	0,4	0,4	0,5
% Empleo industrial	2,7	2,7	3,7

Fuente: Elaboración propia a partir de INE, *MIOE05* y REE.

### 3. Impacto a largo plazo

El punto de partida lo constituye el modelo de Solow que relaciona la producción con el *stock* de capital físico, el trabajo o el *stock* de capital humano, y suponiendo que todas estas variables presentan un impacto positivo y estadísticamente significativo en el crecimiento de la producción.

#### 3.1. Marco teórico y metodología econométrica

Siguiendo la literatura empírica del crecimiento económico, se partió del modelo de Solow con capital humano, que se especifica teóricamente mediante la siguiente función de producción Cobb-Douglas:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha H_t^\beta L_t^\gamma \quad [5]$$

donde  $Y$  representa el nivel de producción,  $K$  el capital físico,  $H$  el capital humano,  $L$  el trabajo,  $t$  indica el año y  $A$  representa un índice de la productividad total de los factores, de manera que  $A_t = A_0 e^{gt}$ .

Tomando logaritmos neperianos en [5] se obtiene a la expresión:

$$y_t = \delta_0 + \delta_1 t + \alpha k_t + \beta h_t + \gamma l_t \quad [6]$$

siendo,  $y = \ln(Y)$ ,  $\delta_0 = \ln(A_0)$ ,  $t$  una tendencia *determinística*, y  $k = \ln(K)$ ,  $h = \ln(H)$ , y  $l = \ln(L)$ . La suma de los coeficientes  $\alpha + \beta + \gamma$  indica el tipo de rendimientos a escala que exhiben los factores productivos.

La ecuación [6] puede estimarse mediante técnicas de cointegración, si previamente se comprueba el orden de integración de las variables. Tanto el método de Engel y Granger como el de Johansen serían apropiados si todas las variables fuesen integradas de orden 1,  $I(1)$ . Como la muestra tiene una dimensión temporal de apenas 25 años, lo que afecta a la potencia de los *test* de raíz unitaria que sirven para detectar el orden de integración de las variables del modelo, se decidió abordar la cointegración a través de otra metodología apropiada a series cortas de tiempo.

Sosvilla y Alonso (2005) estimaron la función de producción de la economía española de 1910 a 1995 y utilizaron el contraste con bandas de Pesaran y Shin (1991) y Pesaran, *et al.* (2001). Este contraste es apropiado para muestras pequeñas y permite establecer una relación entre las variables con independencia de su orden de integrabilidad, paliando el problema de la falta de potencia de los *test*. También estima el corto y el largo plazo conjuntamente, eliminando el problema de variables omitidas y de autocorrelación. Además, este método ofrece la posibilidad de hallar la relación de causalidad entre variables y distinguir la variable dependiente de las explicativas, por lo que se consideró idóneo para estimar la función de producción de la economía española del periodo 1980-2004.

### 3.2. Los datos

Se contó con datos anuales del PIB para el periodo 1980-2004, procedentes de Prados de la Escosura (2003) y de la *Contabilidad Nacional de España* del INE. Los datos de *stock* de capital físico se tomaron de Mas *et al.* (2010). Sus valores, así como los del PIB, se expresaron en millones de euros y a precios constantes de 2000. La información referente al empleo y al capital humano procedía de Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (2010). Como variable *proxy* del capital humano se consideró el porcentaje de población activa que posee estudios medios, tras descartar los años medios de estudio de la población activa, indicador muy utilizado en este tipo de investigaciones pero que no presentó el nivel de significatividad precisa.

### 3.3. Estimación de los modelos y análisis de los resultados

Inicialmente se contrastó la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria. De no rechazarse, la variable en cuestión presenta una raíz unitaria, es decir, tiene una tendencia estocástica y los *shocks* que recibe producen cambios permanentes en su tendencia de crecimiento. Si se rechaza, cabe concluir que la serie es estacionaria y que los *shocks* que reciba no tienen un efecto permanente. Los resultados de los contrastes se muestran en la Tabla 6.

**Tabla 6. Orden de integración de las variables del modelo estimado**

1980-2004 Variables (logaritmos)	Estadístico Dickey-Fuller aumentado	Estadístico Phillips-Perron	Ng-Perron (MZA)
PIB	-2,614	-2,719	-4,799
<i>Stock</i> de capital	-2,351	-3,089	-4,471
Empleo	-0,699	-0,379	-25,532*
Capital humano	-2,529	-1,578	-1,579

Notas: \* significa rechazo de la hipótesis de raíz unitaria al 1% de significación. Los contrastes se realizaron suponiendo constante y tendencia en el modelo y tomando dos retardos.

Fuente: Elaboración propia.

Los dos contrastes de integración aplicados no dieron una idea precisa acerca del orden de *integrabilidad* de las variables. El *test* de Dickey-Fuller aumentado permitió concluir que todas las series pueden considerarse como integradas de primer orden. El *test* de Phillips-

Perron constató que todas ellas eran integradas de orden uno. Sin embargo, el *test* Ng-Perron clasificó como variable estacionaria al empleo.

La incongruencia entre los dos primeros contrastes corrobora su inadecuación en muestras pequeñas. El *test* Ng-Perron, en cambio, controla tanto por el tamaño como por la potencia en el entorno de la hipótesis nula. Ahora bien, al aplicarlo, el empleo resultó estacionario y, en consecuencia, no podía explicar la evolución de la producción.

Para solventar este problema, derivado de la reducida dimensión temporal de la muestra, se decidió utilizar la metodología de cointegración propuesta por Pesaran *et al.* (2001). Este método es ideal para muestras pequeñas y puede aplicarse con independencia del orden de integración que presenten las variables del modelo a estimar. Tan sólo requiere que la variable dependiente, el PIB, sea integrada de orden uno, I(1), algo que confirmaron los *test* anteriormente expuestos. Resueltas las cuestiones relacionadas con el orden de integración de las variables, se estimó la ecuación [6] considerando al mismo tiempo el corto y el largo plazo.

A partir del análisis de causalidad efectuado siguiendo a Pesaran *et al.* (2001), se dedujo que la variable dependiente del modelo era el PIB (en diferencias) y las explicativas los *stock* de capital físico y humano y el empleo. Por tanto, la causalidad operaba desde estas tres últimas variables hacia el PIB.

Los estadísticos  $F_{III}$  y  $t_{III}$  contrastan las hipótesis  $a_6 = a_7 = a_8 = a_9 = 0$  y  $a_6 = 0$  en la ecuación que sirve para la estimación de los modelos:

$$\Delta x_t = a_0 + \sum_{i=1}^p a_{1i} \Delta y_{t-i} + \sum_{i=1}^p a_{2i} \Delta k_{t-i} + \sum_{i=1}^p a_{3i} \Delta h_{t-i} + \sum_{i=1}^p a_{4i} \Delta l_{t-i} + a_5 t + a_6 y_{t-1} + a_7 k_{t-1} + a_8 h_{t-1} + a_9 l_{t-1} + \varepsilon_{1t}$$

suponiendo que la variable dependiente sea  $y_t$ .

En el caso de que la variable dependiente sea  $k_t$ , la  $t_{III}$  contrasta la hipótesis  $a_7 = 0$  y así sucesivamente. Los valores críticos de referencia se tabularon en Pesaran *et al.* (2001). Concretamente, para un modelo con constante y sin tendencia y con tres variables explicativas al nivel de significatividad del 5 por ciento, los intervalos correspondientes son (3,23, 4,35) para el estadístico  $F_{III}$  y (-2,86,-3,78) para el estadístico  $t_{III}$ .

Según estos autores, si los valores estimados para  $F_{III}(y/k,h,l)$  y  $t_{III}(y/k,h,l)$  son mayores que la banda superior de los valores críticos y los valores  $F_{III}(k/y,h,l)$ ,  $F_{III}(h/y,k,l)$ ,  $F_{III}(l/y,k,h)$  y  $t_{III}(k/y,h,l)$ ,  $t_{III}(h/y,k,l)$ ,  $t_{III}(l/y,k,h)$  se encuentran por debajo de la banda inferior de los valores críticos, existe una única relación a largo plazo que relaciona  $y_t$ , tomada como variable dependiente, en función de  $k_t$ ,  $h_t$  y  $l_t$ , que actúan como variables independientes. Es decir, esta metodología analiza, además, el sentido de la causalidad entre las variables.

En la tabla 7, puede apreciarse cómo la relación se establece tomando el PIB en función de los factores *stock* de capital físico, *stock* de capital humano y empleo, es decir, que la causalidad va de estos factores al producto y no a la inversa, ya que las *t-ratio* y los valores del estadístico *F* se encontraban por encima de la banda superior en el caso de considerar el producto como dependiente, mientras que los correspondientes a las variables empleo y capital físico y humano estaban por debajo de estos límites.

**Tabla 7. Estadísticos para el contraste de relación en niveles en el largo plazo**

Nivel de producción como variable dependiente		
	$F_{III}(y/k,h,l)$	$t_{III}(y/k,h,l)$
P=1	5,938	-3,880
<i>Stock</i> de capital físico como variable dependiente		
	$F_{III}(k/y,h,l)$	$t_{III}(k/y,h,l)$
P=1	2,439	2,451
<i>Stock</i> de capital humano como variable dependiente		
	$F_{III}(h/y,k,l)$	$t_{III}(h/y,k,l)$
P=1	2,901	1,411
Trabajo empleado como variable dependiente		
	$F_{III}(l/y,k,h)$	$t_{III}(l/y,k,h)$
P=1	3,846	-1,713

Fuente: Elaboración propia.

Confirmada la causalidad entre las variables se estimó el modelo de crecimiento para calcular las elasticidades de cada factor productivo y comprobar en qué proporción se modificará el crecimiento del PIB ante cambios en los factores considerados (tabla 8)

Las elasticidades de largo plazo estimadas a partir del *modelo de corrección del error no restringido* se calcularon dividiendo los coeficientes de las variables explicativas por el coeficiente de la variable dependiente, ambas desfasadas un periodo. Así, si se denota como  $\alpha$  la elasticidad del *stock* de capital físico total,  $\beta$  es la elasticidad del capital humano y  $\gamma$  a la del empleo, éstas se estimaron como  $-(a_2/a_1)$ ,  $-(a_3/a_1)$  y  $-(a_4/a_1)$ , respectivamente,

siendo  $a_1$  el parámetro de la variable PIB,  $a_2$  el correspondiente a la variable *stock* de capital físico,  $a_3$  el correspondiente al capital humano y  $a_4$  el referente al empleo.

**Tabla 8. Estimaciones del modelo de crecimiento en el periodo 1980-2004**

<b>Dependiente: DPIB</b>	
Tendencia	0.00097 (-0.518)
PIB (-1)	-0.965 (-2.850)
<i>Stock</i> de Capital Total (-1)	0.453 (1.603)
Capital Humano (-1)	0.140 (2.273)
Empleo (-1)	0.433 (2.495)
DT92	-0.008 (-1.624)
$\alpha$	0.46
$\beta$	0.14
$\gamma$	0.45
R <sup>2</sup> -Adj.	<b>0.929</b>
D-W	<b>1.767</b>

DT92 es una variable *ficticia* que capta el comportamiento diferencial en la pendiente del modelo a partir de 1992. Las *t-ratios* se expresan entre paréntesis. Todas las variables son significativas la 5%.

Fuente: Elaboración propia.

La suma de las elasticidades calculadas suma la unidad, es decir, el modelo presentó rendimientos constantes a escala. Se comprobó asimismo que la elasticidad del *stock* de capital físico y la del empleo eran similares y elevadas, mientras que la del capital humano era más reducida y sensiblemente más baja que la estimada en otros estudios. Este hecho puede explicarse tanto por el distinto periodo temporal contemplado como por la diferente medida considerada de capital humano.

### 3.4. Efectos de la variación en el capital y el trabajo

Para comprobar los efectos que las inversiones de REE en el período 2007-2014 tendrán en términos de crecimiento, se utilizó el modelo estimado considerando que las nuevas inversiones representarán un incremento adicional en el *stock* de capital y que el empleo generado por la realización de estas infraestructuras influirá sobre las variables correspondientes del modelo. Ambos factores tendrán un impacto determinado y conjunto sobre el nivel de actividad económica.

La inversión total de 5.973,2 millones de euros a lo largo del periodo equivale a 4.484,5 millones a precios constantes del año 2000<sup>7</sup>. Ello supone un 0,29 por ciento adicional del *stock* de capital productivo español del año 2007. Por tanto, y dado que la elasticidad del

<sup>7</sup> Todas las variables empleadas en la estimación del modelo se expresaron a precios del año 2000.

capital físico es 0,46, el impacto que estas nuevas inversiones, una vez finalizadas, provocará en términos de crecimiento del PIB español será de un 0,13 por ciento adicional.

Del mismo modo, el empleo generado inherente a la realización de estas inversiones, ascenderá a 4.528 empleos en el 2014. Es decir, un 0,022 por ciento del existente en el año 2007<sup>8</sup>, por lo que, como la elasticidad de este factor es 0,45, provocará un aumento adicional en el crecimiento del PIB español del 0,01 por ciento de 2014 en adelante. Hay que advertir que se considera tan sólo el empleo generado en 2014, puesto que se calculó lo que estas inversiones una vez finalizadas supondrán en la economía española<sup>9</sup>.

El 0,14 por ciento del crecimiento futuro de la economía española será consecuencia de las inversiones efectuadas en el período 2007-2014. Un 0,13 por ciento por nuevas inversiones y 0,01 por ciento por nuevo empleo (tabla 9).

**Tabla 9. Crecimiento adicional del PIB provocado por las inversiones en redes de transporte de la electricidad (porcentajes)**

Efecto de las inversiones	0,13
Efecto del empleo generado	0,01
Efecto Total	0,14

Fuente: Elaboración propia.

Como el impacto no tiene porqué registrarse sólo durante el año de conclusión de las inversiones, cabe preguntarse si se repartirá de manera constante a lo largo del tiempo o si será mayor en los años posteriores a la finalización de las inversiones. Puede suponerse que el efecto del empleo generado tendrá un impacto total en el año de su finalización, ya que seguramente no logrará mantenerse en el tiempo. No obstante, puede considerarse un escenario de salida de la crisis y recuperación del empleo y suponer que, una vez realizadas las nuevas inversiones, el empleo se reasigne a otras actividades.

La duda que genera la imputación temporal del empleo no surge en el caso de las nuevas inversiones efectuadas ya que, al constituir parte de las infraestructuras, su permanencia en el tiempo resulta incuestionable.

Para perfilar estas cuestiones y considerando que la causalidad operaba desde cada una de las variables explicativas hacia el PIB, se estimó una *función impulso-respuesta* que dio una idea del número de años que durará el impacto producido por las inversiones y el trabajo generado como consecuencia de las inversiones de REE.

<sup>8</sup> Cifra que asciende según datos del Ivie a un total de 20.367.320 empleados.

<sup>9</sup> Se supuso que el empleo correspondiente al período 2007-2013 provocará sus efectos en esos años concretos. Con este ejercicio de predicción se intentó averiguar en qué medida el empleo generado (y mantenido al concluir las inversiones), elevará el crecimiento del PIB.

Para abordar tal cometido, se establecieron unas relaciones bivariantes entre el PIB y el *stock* de capital físico y entre el PIB y el empleo y se comprobó cómo un *shock* en cada una de esas variables explicativas condicionará el crecimiento futuro del PIB.

Se averiguó cuánto perdura en el tiempo la variación adicional de PIB originada por un *shock* en el *stock* de capital productivo total equivalente al incremento real que experimenta esta variable (0,29 por ciento). Tras realizar los correspondientes análisis *VEC* (*modelo de corrección del error*), se comprobó que el efecto será evidente hasta el año 2017 y, posteriormente su influencia se desvanecerá hasta generar un impacto muy pequeño<sup>10</sup>. Se observó, además, cómo la repercusión del empleo será siempre menor que la del *stock* de capital.

La *función impulso-respuesta* correspondiente al *stock* de capital productivo mostró valores de 0,012 en 2014, 0,017 en 2015, 0,020 en 2016 y 0,019 en 2017. Ello significa que en un período de influencia de diez años, el 11,1 por ciento de los efectos se producirán en 2014, el 15,6 por ciento en 2015, el 18,9 por ciento en 2016 y el 17,6 por ciento en 2017. En 2018 y 2019, los porcentajes de impacto se reducirán hasta el 4,2 por ciento y el 9,6 por ciento respectivamente.

El incremento en el *stock* de capital productivo adicional derivado de la realización de las actuaciones de REE representará un aumento de la tasa de crecimiento del PIB del 0,13 por ciento. Éste se repartirá del siguiente modo: 0,014 por ciento en 2014 (es decir, un 11,1 por ciento de 0,13 por ciento); un 0,020 por ciento en 2015, un 0,025 por ciento en 2016; un 0,023 por ciento en 2017 y, a partir de 2018, se estabilizará entorno al 0,01 por ciento. En definitiva, del 0,13 por ciento adicional de crecimiento del PIB provocado por estas inversiones, un 0,11 por ciento se registrará hasta el año 2019 y el 0,018 restante se plasmará, de una manera muy tenue, en los años subsiguientes.

Considerando el empleo, puede afirmarse que del 0,01 por ciento del crecimiento adicional del PIB generado por esta variable, y suponiendo que el empleo no se destruya al finalizar las inversiones correspondientes, el 0,0054 por ciento se advertirá durante los años

---

<sup>10</sup> El modelo *VEC* representa un sistema dinámico para el caso de series no estacionarias que se encuentran cointegradas, en el cual cada variable se explica en función de sus valores pasados y de los valores pasados de las explicativas. A partir de este modelo pueden calcularse las funciones impulso-respuesta mediante las cuales se obtiene la reacción de las variables explicadas frente a un cambio (*shock*) en una variable explicativa en un momento determinado. Esa modificación afecta a la propia variable y se transmite al resto de variables explicadas a través de la estructura dinámica que representa el modelo *VEC*. Con esa herramienta puede medirse el impacto de una variación en una variable explicativa sobre los valores presentes y futuros de la variable a explicar y ver cuál será su duración en el tiempo. En este caso, se supone que las variables son integradas de orden uno, *I*(1), condición que puede no cumplirse en muestras pequeñas como la aquí consideradas. No obstante, si se atiende a los valores de los test de Dickey-Fuller y Phillip-Perron (Tabla 6) no puede rechazarse que las variables son integradas de orden *y*, en consecuencia, pueden realizarse los cálculos de las funciones impulso-respuesta.

2014-2017 mientras que el 0,0046 por ciento lo hará hasta 2023. La tabla 10 resume los resultados anteriores<sup>11</sup>.

**Tabla 10. Reparto del incremento adicional en el crecimiento del PIB derivado de las mayores inversiones efectuadas y del nuevo empleo generado (porcentajes)**

Años	Incremento derivado de mayores inversiones	Incremento derivado de mayor generación de empleo	Incremento total y adicional en crecimiento del PIB
2014	0,014	0,0004	0,015
2015	0,020	0,0008	0,022
2016	0,025	0,0012	0,026
2017	0,023	0,0013	0,025
2018	0,019	0,0012	0,020
2019	0,012	0,0010	0,013

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.- Conclusiones

Este trabajo se ha centrado en las redes de transporte de la electricidad, tratando de cuantificar las inversiones que previsiblemente se acometerán hasta 2014 y los efectos que ejercerán tanto a corto como a largo plazo. El proceso comenzó en 2007 con un gasto de inversión valorado en 653 millones de euros de 2009, que en 2008 fue de 633 millones. Se prevé que casi la mitad de las actuaciones se realicen en el trienio (2009-2011), con un ritmo de ejecución ascendente. A partir de 2012, las inversiones se reducirán paulatinamente hasta los 374 millones en 2014.

El cálculo de los efectos a corto plazo en la producción y empleo permite concluir que las actuaciones previstas exigirán a lo largo del período 2007-2014 un aumento inicial de la producción de las empresas españolas valorado en 5.273,1 millones de euros de 2009. A su vez, estas empresas ejercerán un efecto indirecto en la producción del resto de ramas de la economía cifrado en 5.247,6 millones, de forma que el impacto total del proceso analizado sobrepasará los 10.500 millones de producción total. Un impulso de la demanda agregada tan elevado permitirá mantener una media de 9.000 puestos de trabajo anuales (no acumulables), en el período 2007-2014.

Para cuantificar cómo afectarán a largo plazo las inversiones de REE en la economía española se han estimado modelos de oferta basados en la función de producción agregada,

<sup>11</sup> El análisis efectuado permite estimar el impacto hasta 2023. No obstante, la tabla 10 sólo recoge los efectos hasta 2019, puesto que entre 2020 y 2023 el efecto es de apenas un 0,005 (en media).

cuyos resultados muestran que las inversiones supondrán un efecto positivo sobre el crecimiento. El efecto total adicional sobre el crecimiento del producto será de un 0,14 por ciento, derivándose la mayor parte del impacto de las inversiones, ya que el empleo generado por estas actuaciones presentará una aportación al crecimiento más bien residual (0,13 por ciento *versus* 0,01 por ciento, respectivamente). Dado el carácter duradero de las inversiones y, suponiendo que el empleo generado pueda mantenerse en 2014, se ha identificado el periodo 2014-2018 como el más beneficiado en este sentido, ya que en él se concentrará la mayor repercusión del impacto.

## Bibliografía

- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Varios años, *Contabilidad Nacional de España*. Madrid: INE. [http://www.ine.es/inebmenu/mnu\\_cuentas.htm](http://www.ine.es/inebmenu/mnu_cuentas.htm)
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2009), *Marco Input-Output*, Madrid. INE. <http://www.ine.es/daco/daco42/cne00/cneio2000.htm>.
- INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS (2010), *Capital Humano en España y su distribución provincial*, Valencia. IVIE. Accesible en <http://www.ivie.es/banco/capital.php>
- Mas; M.; Pérez, F. y Uriel, E. (2010), *El stock y los servicios del capital en España y su distribución territorial (1964-2009)*, Madrid. Fundación BBA
- 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
- Muñoz, C., Iráizoz, B., y Rapún, M. (2008), *Las cuentas de la nación I. Introducción a la economía aplicada. 3ª edición*. Madrid: Thomson-Civitas.
- Pesaran, M.H. y Shin, Y. (1991), “An autoregressive distributed lag modelling approach to cointegration analysis”, en S. Stom (ed.): *Econometrics and Economic Theory in the 20<sup>th</sup> Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium*, Cambridge: Cambridge University Press, volumen 11.
- Pesaran, M.H., Shin, Y. y Smith, R. J. (2001), “Bounds testing approaches to the analysis of level relationships”, *Journal of Applied Econometrics*, 16, pp. 289-326.
- Prados de la Escosura, L. (2003), *El progreso económico de España (1850-2000)*, Bilbao: Fundación BBVA.
- Pulido, A. y Fontela, E. (1993), *Análisis Input-Output: modelos, datos y aplicaciones*. Madrid: Pirámide.
- Sosvilla, S. y Alonso, J. (2005), “Estimación de una función de producción MRW para la economía española”, *Investigaciones Económicas*, vol. XXIX (3), pp. 609-624.
- Yepes Rodríguez, R. (2005), “Análisis mediante teoría de juegos de la evolución de la competencia en el sector eléctrico español”, *Estudios de Economía Aplicada*, Vol 23 (2), pp. 335-362.