

[BLANCA SIMÓN FERNÁNDEZ, JOSÉ AIXALÁ PASTÓ, LUIS PÉREZ Y PÉREZ Y JAIME SANAÚ VILLARROYA]

Efectos económicos de la energía eólica en Aragón (1996-2012)

Por Blanca Simón Fernández

Universidad de Zaragoza

José Aixalá Pastó

Universidad de Zaragoza

Luis Pérez y Pérez

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria y Universidad de Zaragoza

Jaime Sanaú Villarroya

Universidad de Zaragoza

Resumen

En este trabajo, tras repasar la evolución del sector eólico en España, se estima –a través del modelo de demanda de Leontief del marco *input-output*– la producción y el empleo generados en Aragón entre 1996 y 2012 por la construcción y puesta en funcionamiento de los parques eólicos. Asimismo, se cuantifica la contribución de la producción de energía eólica a la mejora medioambiental y a la disminución de la dependencia energética exterior.

Palabras clave: Impacto económico, modelo de demanda de Leontief, energía eólica, Aragón.

1. Introducción

Con la referencia al *Quijote* «No son gigantes, son molinos», algunas Aulas de Energías Renovables explican a sus visitantes que los aerogeneradores que se divisan en las cimas de muchos montes son *gigantes* porque contribuyen positivamente a la generación de producción y empleo, a la mejora del medio ambiente y a la disminución de la dependencia energética, tal como se indica en este trabajo. Sin embargo, *no son molinos*, puesto que no muelen.

Lo cierto es que los aerogeneradores han permitido avanzar hacia un modelo energético sostenible. Así, la Agencia Internacional de la Energía, en su informe correspondiente a 2008 –véase International Energy Agency (2008)–, se ocupa de la crisis del clima. Otros informes, como el de Greenpeace, consideran viable un sistema de generación completamente basado en energías renovables. El Parlamento Europeo, por su parte, ha aprobado el *Plan 20/20/20* –véase Comisión Europea (2008)– para que la Unión Europea cumpla en 2020 los compromisos de recortar en un 20% las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), mejorar la eficiencia energética en un 20% y que un 20% de la energía consumida proceda de fuentes renovables.

La energía eólica –al igual que otras energías renovables– está en la base de este cambio energético que ha llamado la atención incluso de la Administración de los Estados Unidos. En España, se ha convertido en una de las principales formas de generación eléctrica, con 16.740 MW de potencia instalada a principios de 2009, lo que la convierte en la tercera tecnología en potencia instalada, después del ciclo combinado y la hidráulica. En Aragón, con datos de la Asociación de Promotores de Energía Eólica de Aragón (AEA), en abril de 2009, existían 1.726,6 MW de energía eólica en operación, lo que supone más de la décima parte de la potencia instalada en España y se prevé que la potencia instalada en la región alcance 3.107,46 MW a finales de 2012.

El objetivo central de este estudio es estimar los efectos económicos que el desarrollo del sector eólico ha tenido, tiene y tendrá en Aragón. Para ello se cuantifican tanto el impacto socioeconómico que provoca la creación y puesta en marcha de nuevos parques eólicos, como los efectos sobre la producción y el empleo de éstos una vez que entran en funcionamiento. Se utiliza el modelo de demanda de Leontief con los datos de los dos últimos Marcos *Input-Output* disponibles para la economía aragonesa. El primero, el MIOA99, está referido a la estructura productiva de la economía aragonesa en 1999, fue elaborado y publicado por Ibercaja (2003) y se usa para analizar el período 1996-2004. El segundo, (MIOA05), se refiere a la estructura productiva de la economía aragonesa en 2005, puede consultarse en Pérez y Pérez y Parra (2009) y se emplea para el período 2005-2012.

La estructura del trabajo es la siguiente. Tras esta introducción, se analiza en primer lugar la evolución del sector eólico español. A continuación, se presentan los resultados de la estimación del producto y el empleo generados en Aragón, tanto por la construcción de parques eólicos como por la generación de energía eólica. Posteriormente, se analiza la contribución de la energía eólica a la mejora medioambiental y a la disminución de la dependencia energética del exterior. Cierra el estudio un apartado en el que se incluyen las conclusiones más relevantes y algunas consideraciones finales.

2. Evolución del sector eólico español

La potencia eléctrica instalada en España a 31 de diciembre de 2008 era de 94.966 MW, un 5% más que a finales del ejercicio anterior. La energía eólica, con 16.740 MW de potencia instalada a 1 de enero de 2009, supone la tercera tecnología después del ciclo combinado y la hidráulica (véase el gráfico 1), y la cuarta en generación, tras el ciclo combinado, la nuclear y el carbón.

España es el tercer país del mundo por potencia eólica instalada, después de los Estados Unidos y Alemania. En Aragón, con datos de la AEA, existían 1.726,6 MW en operación en abril de 2009, lo que supone más de la décima parte de la potencia instalada en España.

El *Plan de Energías Renovables en España (PER) 2005-2010* –véase Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (2005)– contempló el compromiso de cubrir con fuentes renovables al menos el 12% del consumo total de energía en 2010. Se estableció como objetivo del Plan que la potencia eólica instalada se incrementase en 12.000 MW para el conjunto del territorio nacional entre 2005 y 2010. Las previsiones españolas pretendían llegar a más de

20.000 MW en el año 2010 y a alrededor de 44.000 MW en 2020, incluyendo los 4.000 MW de eólica marina. Todas estas metas son precisas para cumplir con el objetivo del 20% de cobertura de la demanda final con energías renovables, acordado por la UE.

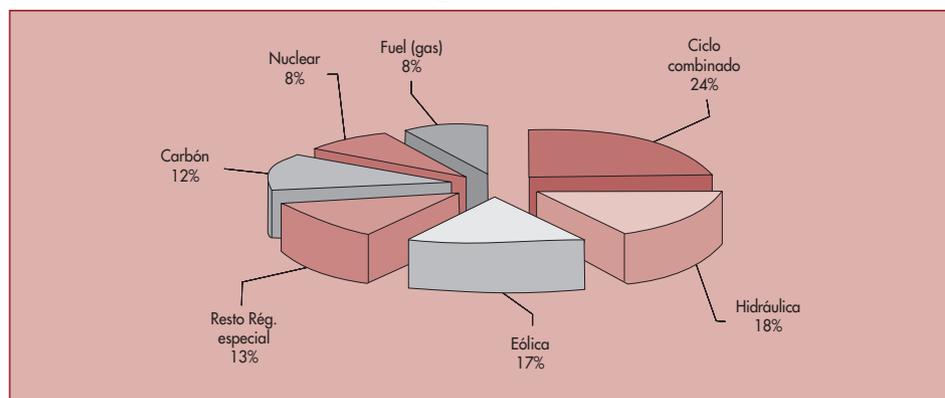
La planificación para 2016 plantea un escenario en España de alrededor de 29.000 MW, según el documento de *Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas 2008-2016* aprobado por el Consejo de Ministros el 30 de mayo de 2008 -véase Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (2008)-. A partir de esa fecha, se espera una tasa de crecimiento similar para cumplir las iniciativas de la UE (el 20% de energía final debe ser renovable en 2020, porcentaje que se sitúa en el 40% en el caso de la energía eléctrica).

La contribución de la energía eólica a la cobertura de la demanda ha crecido de forma significativa en los últimos años y lo seguirá haciendo en el futuro. Pero no ha de olvidarse que la actividad de I+D+i deberá vertebrarse para lograr el aprovechamiento efectivo por la industria del potencial de las infraestructuras del conocimiento, tanto públicas como privadas. Ha de tenerse en cuenta, además, que es un sector globalizado y que, por tanto, debe mantenerse el liderazgo tecnológico para mitigar el riesgo de deslocalización industrial.

3. La producción y el empleo generados en Aragón por la construcción y funcionamiento de los parques eólicos

Como se ha señalado, el objetivo central de este estudio es estimar los efectos económicos que el desarrollo del sector eólico ha tenido, tiene y tendrá en Aragón. Se pretende cuantificar tanto el impacto económico provocado por la creación y puesta en marcha de nuevos parques eólicos, como los efectos sobre la producción y el empleo una vez que entran en funcionamiento.

Gráfico 1
POTENCIA ELÉCTRICA INSTALADA EN ESPAÑA EN 2008
(en porcentaje)



FUENTE: REE (2008) y elaboración propia.

3.1. Efectos de la construcción de parques eólicos

Cuantificar los efectos de la construcción de parques eólicos exige, de una parte, conocer el proceso inversor llevado a cabo y, de otra, delimitar la parte de esas inversiones que puede demandarse a empresas aragonesas.

Por lo que respecta al proceso inversor, ha de precisarse que se inició de forma pionera en la década de 1980 y se realizó de forma continuada entre 1996 y 2007, observándose un salto cuantitativo en 2001, año a partir del cual se superan los 200 MW anuales de potencia instalada, tal como se recoge en el cuadro 1. Si se cumplen las previsiones para el período 2009-2012, la potencia instalada en Aragón se habrá incrementado en 3.107,46 MW desde 1996.

A lo largo de los años analizados, la relación entre el coste de la inversión y la potencia instalada ha representado una cifra por MW que oscila entre algo más de 900.000 euros en 1996 y 1.350.000 euros en 2009.

Para cuantificar qué parte de las inversiones estimula la producción y empleo aragoneses, se ha de partir del coste de instalación de los parques eólicos, expresar los componentes en términos de productos del MIOA y, por último, determinar qué parte de dichos componentes es suministrada por empresas ubicadas en la región.

Cuadro 1
PROCESO INVERSOR EN PARQUES EÓLICOS EN ARAGÓN.
EVOLUCIÓN ENTRE 1996 Y 2008 Y PERSPECTIVAS (2009-2012)

<i>Año</i>	<i>MW instalados</i>	<i>Inversión total (euros)</i>
1996	15,00	13.921.686
1997	56,25	53.235.016
1998	59,82	57.652.226
1999	72,40	71.388.423
2000	22,30	22.743.472
2001	234,66	247.916.776
2002	281,67	308.111.008
2003	246,82	278.273.329
2004	173,00	201.067.400
2005	214,15	257.145.633
2006	144,00	178.997.284
2007	187,39	239.454.760
2008	0,00	0
Estimaciones:		
2009	200,00	270.000.000
2010	300,00	413.100.000
2011	450,00	632.043.000
2012	450,00	644.683.860
TOTAL	3.107,46	

FUENTE: Elaboración propia a partir de información facilitada por la AEA.

De acuerdo con la información facilitada por la AEA y sintetizada en el cuadro 2, el aerogenerador representa aproximadamente un 75% del coste total distribuido entre equipo eléctrico (18%), equipo mecánico (25%) y metalurgia (32%); el punto de conexión supone un 8% del total, mientras que el resto de la instalación alcanza el 17%, repartido entre obra civil (8%) e instalación eléctrica interna (9%). En términos del MIOA, un parque eólico requiere «Productos metálicos» (32% del coste), «Maquinaria, equipo mecánico y aparatos domésticos» (25%), «Maquinaria y material eléctrico» (35%) y «Productos de la construcción» (8%).

Para aproximar la parte del gasto en inversión que se satisface con producción aragonesa puede acudir a la legislación vigente en Aragón, concretada en la figura del *Plan Eólico Estratégico*, común a las empresas del sector. No obstante, ha de reconocerse que las autorizaciones de los planes eólicos estratégicos difieren entre empresas, dado que en ocasiones se vinculan a actuaciones industriales en el sector eólico e, incluso, en otros sectores productivos. Analizados los diferentes porcentajes establecidos en una muestra de autorizaciones facilitada por la AEA, en este trabajo se ha optado por suponer que las empresas domiciliadas en la región suministran en promedio un 60% del valor de los componentes del parque. Se trata de una media ponderada de los porcentajes de las cuatro ramas de productos señaladas, que en los casos de «Maquinaria y material eléctrico» y «Productos de la construcción» representan entre el 75 y el 80% de los bienes demandados para la instalación del parque eólico y, en cambio, en los casos de «Productos metálicos» y «Maquinaria, equipo mecánico y aparatos domésticos», significan algo menos del 50% de los componentes requeridos.

En consecuencia, y tal como consta en el cuadro 2, en este trabajo se ha supuesto que por cada 100 euros invertidos en la construcción de un parque, las empresas aragonesas de la rama de actividad «Productos metálicos» suministran bienes por importe de 15,3 euros; las de «Maquinaria, equipo mecánico y aparatos domésticos» por valor de 11,9 euros; las «Maquinaria y material eléctrico» por cuantía de 26,4 euros y las de «Productos de construcción» por un montante de 6,4 euros.

Los resultados -sintetizados en el cuadro 3- muestran que el arrastre del gasto de inversión (demanda indirecta) se sitúa en promedio en torno al 28,5% de la demanda directa. Dicho promedio es la síntesis de una capacidad de arrastre ligeramente superior cuando se trabaja con la estructura productiva del MIOA99 (28,6%), frente a un 28,2% que se deriva del MIOA05¹.

Esta capacidad supone que, en el conjunto del período 1996-2007, el volumen de inversión en componentes de parques eólicos demandado en Aragón, 1.383 millones de euros constantes de 2009, produjo un impacto total sobre el conjunto de ramas de actividad de la economía aragonesa en torno a los 1.777 millones de euros de dicho ejercicio.

Si se cumplen las previsiones para el período 2009-2012 (en 2008 no se puso en marcha ningún MW nuevo de potencia eólica en la región), el volumen de inversión en parques eólicos que se demandará en Aragón, 1.134 millones de euros, producirá un impacto total sobre el conjunto de ramas de actividad de la economía aragonesa en torno a los 1.454 millones de euros.

Al analizar las ramas de actividad productiva más requeridas con la estructura del MIOA99, además de las directamente relacionadas con la construcción de parques anteriormente

¹ Este efecto de arrastre ha sido medido a través de la matriz de coeficientes de los *inputs* regionales, que recoge únicamente el efecto sobre la economía aragonesa. Utilizando la matriz de coeficientes de los *inputs* totales se obtendría el efecto de arrastre generado fuera de Aragón como consecuencia de la inversión en parques eólicos instalados en la Comunidad Autónoma. Este efecto de arrastre sobre otras economías, unido al 40% inicial de inversión demandada fuera de Aragón, tal como se desprendía de las cifras del cuadro 2, produce sobre la economía aragonesa un segundo efecto de arrastre que, aunque de difícil medición, habría que adicionar al 28,5% mencionado.

Cuadro 2
COSTE DE INSTALACIÓN DE UN PARQUE EÓLICO
(en porcentaje)

Aerogenerador	75
Equipo eléctrico	18
Equipo mecánico	25
Metalurgia	32
Punto de conexión (interconexión)	8
Resto de instalación	17
Obra civil	8
Instalación eléctrica interna	9
TOTAL	100
Coste por ramas de productos del MIOA	
Productos metálicos	32
Maquinaria, equipo mecánico y aparatos domésticos	25
Maquinaria y material eléctrico	35
Productos de la construcción	8
TOTAL	100
Producción demandada a empresas aragonesas	
Productos metálicos	15,3
Maquinaria, equipo mecánico y aparatos domésticos	11,9
Maquinaria y material eléctrico	26,4
Productos de la construcción	6,4
TOTAL	60,0

FUENTE: Elaboración propia a partir de información facilitada por la AEA.

detalladas, destacan «Otros servicios empresariales», «Servicios de transporte por carretera», «Servicios de intermediación financiera», «Productos metalúrgicos» y «Energía eléctrica», entre las ramas más relevantes. Cuando se trabaja con el MIOA05, se mantienen dichas ramas, a excepción de «Servicios de intermediación financiera», que pierde su protagonismo.

El modelo de demanda del MIO permite, asimismo, evaluar el impacto de la inversión eólica sobre el empleo regional. Con el fin de estimar dicho impacto, se ha calculado para cada una de las 68 ramas de productos del MIOA la relación entre la producción total y el número de empleos. El cociente resultante se ha aplicado a la producción obtenida en el cuadro 3 para las distintas ramas a lo largo de los años estudiados. Los resultados, incluidos en los cuadros 4 y 5 y en el gráfico 2, indican que la generación de empleo ha sido importante a lo largo del período, aumentando de forma notable a partir de 2001 por el mayor esfuerzo inversor realizado. A lo largo del período 1996-2007, se generaron, en promedio,

Cuadro 3**RESUMEN DE LOS IMPACTOS DE LAS INVERSIONES EN PARQUES EÓLICOS SOBRE LA PRODUCCIÓN Y EL EMPLEO ARAGONESES**

Año	Demanda de producción aragonesa (euros corrientes)			Demanda de producción aragonesa (euros de 2009)		
	Directa	Indirecta	Total	Directa	Indirecta	Total
1996	8.353.012	2.389.779	10.742.791	12.150.000	3.476.090	15.626.090
1997	31.941.010	9.138.257	41.079.267	45.562.500	13.035.337	58.597.837
1998	34.591.336	9.896.510	44.487.845	48.454.200	13.862.647	62.316.847
1999	42.833.054	12.254.448	55.087.502	58.644.000	16.777.927	75.421.927
2000	13.646.083	3.904.116	17.550.199	18.063.000	5.167.787	23.230.787
2001	148.750.066	42.557.087	191.307.152	190.074.600	54.379.951	244.454.551
2002	184.866.605	52.889.954	237.756.559	228.152.700	65.274.017	293.426.717
2003	166.963.997	47.768.055	214.732.053	199.924.200	57.197.901	257.122.101
2004	120.640.440	34.514.981	155.155.421	140.130.000	40.090.904	180.220.904
2005	155.299.268	43.507.606	199.092.217	173.461.500	48.914.529	222.376.029
2006	108.758.904	30.285.341	139.427.903	116.640.000	32.891.395	149.531.395
2007	147.332.767	40.514.409	188.879.237	151.785.900	42.802.212	194.588.112
TOTAL				1.383.042.600	393.870.697	1.776.913.297
2009	162.000.000	45.682.493	207.682.493	162.000.000	45.682.493	207.682.493
2010	247.860.000	69.894.214	317.754.214	243.000.000	68.523.739	311.523.739
2011	379.225.800	106.938.148	486.163.948	364.500.000	102.785.609	467.285.609
2012	386.810.316	109.076.911	495.887.227	364.500.000	102.785.609	467.285.609
TOTAL				1.134.000.000	319.777.450	1.453.777.450

FUENTE: Elaboración propia a partir del MIOA99 y MIOA05.

Cuadro 4**IMPACTO DE LAS INVERSIONES EN PARQUES EÓLICOS EN EL EMPLEO ARAGONÉS**

Sectores	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Agricultura	0	0	0	0	0	1	2	2	1	9	6	8
Energía	0	2	2	2	1	6	8	7	5	5	3	4
Industria	96	362	384	465	143	1.508	1.810	1.586	1.112	1.042	700	912
Construcción	15	58	61	74	23	241	290	254	178	163	110	143
Servicios	21	79	84	102	31	330	396	347	243	299	201	262
TOTAL	133	500	532	644	198	2.087	2.505	2.195	1.538	1.518	1.021	1.329

*Promemoria:**Empleo por 100 MW con MIOA99: 889**Empleo por 100 MW con MIOA05: 709*

FUENTE: Elaboración propia a partir del MIOA99 y MIOA05.

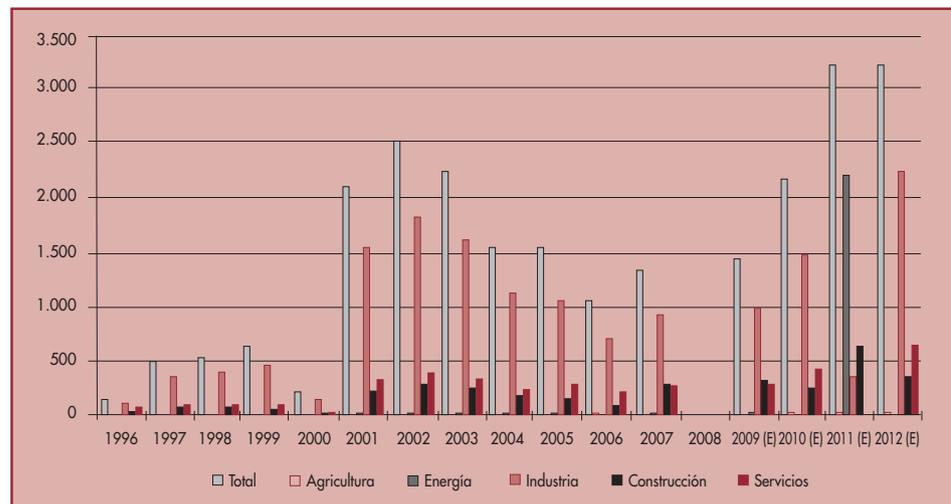
Cuadro 5
IMPACTO DE LAS INVERSIONES PREVISTAS EN PARQUES EÓLICOS
EN EL EMPLEO ARAGONÉS

Sectores	2009E	2010E	2011E	2012E
Agricultura	9	13	19	19
Energía	5	7	11	11
Industria	973	1.459	2.189	2.189
Construcción	153	229	343	343
Servicios	279	419	628	628
TOTAL	1.418	2.127	3.190	3.190

Promemoria: Empleo por 100 MW: 709

FUENTE: Elaboración propia a partir del MIOA05.

Gráfico 2
IMPACTO DE LAS INVERSIONES EN PARQUES EÓLICOS
EN EL EMPLEO ARAGONÉS



FUENTE: Cuadros 4 y 5 y elaboración propia.

² Adviértase que estas estimaciones implican que la productividad del factor trabajo se mantiene constante en todos los sectores a lo largo de los años estudiados para cada uno de los MIOA. Si se supone que la productividad varía a lo largo de estos años, las cifras de empleo estimadas se alterarán de forma proporcional a tales modificaciones.

unos 1.183 empleos anuales (no acumulativos) y, si se cumplen las previsiones de instalación de parques eólicos, durante el período 2009-2012, se generarán en torno a 2.481 empleos anuales (no acumulativos), la gran mayoría de ellos en el sector industrial².

En términos relativos, por cada 100 MW de potencia eólica instalada en Aragón se generaron alrededor de 890 empleos directos e indirectos cuando se trabaja con la estructura

productiva derivada del MIOA99 (modelo utilizado en el período 1996-2004), mientras que si aplicamos el MIOA05 (utilizado desde 2005 hasta 2007 y para las previsiones futuras desde 2009 hasta 2012) se crearon/mantuvieron alrededor de 710 empleos por cada 100 MW.

Comparando la inversión eólica en Aragón con algunas macromagnitudes regionales, se obtiene una buena aproximación de su importancia relativa. Conviene señalar al respecto que la inversión en parques eólicos en los años de mayor esfuerzo inversor (2001-2003) sobrepasó los 500 millones de euros corrientes. Este volumen de inversión, que resultó de una instalación promedio de 254 MW anuales en el período 2001-2003, contribuyó, como puede apreciarse en el cuadro 6, a una generación de VAB regional del 0,81% y a un 3,65% del VAB industrial aragonés. Esta contribución superó el VAB de algunos sectores concretos de la economía aragonesa, en concreto los que la *Contabilidad Regional* identifica como «Industria de la madera y del corcho» (con un VAB que representa el 0,40% sobre el VAB regional y el 1,78% sobre el VAB industrial aragonés para el conjunto de período 2001-2003) e «Industria del caucho y materias plásticas» (con un VAB que representa el 0,72% sobre el VAB regional y el 3,21% sobre el VAB industrial aragonés para el citado período). Ello significa que, si se cumplen las previsiones de inversión eólica hasta el año 2012, lo que supondrá una instalación media de 350 MW hasta ese año, el impacto sobre la economía aragonesa será claramente superior al señalado para el período 2001-2003 de máxima inversión hasta el momento.

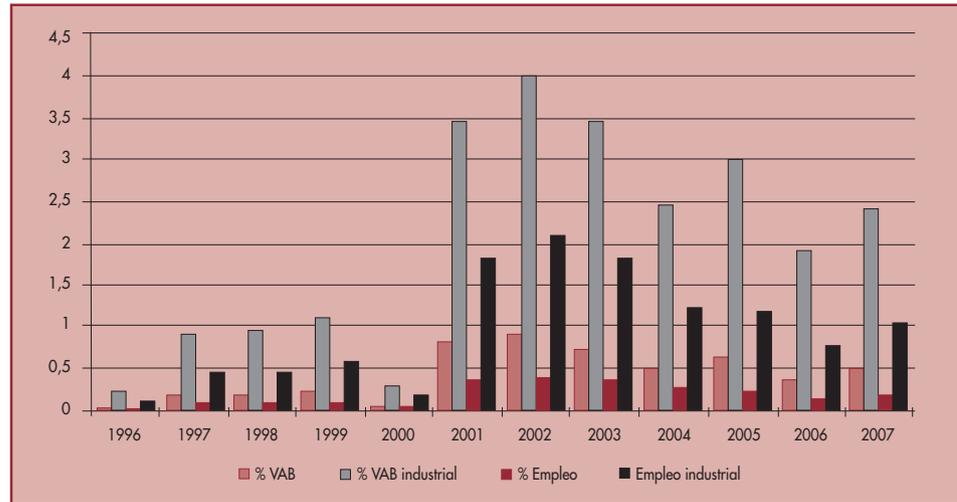
A su vez, el empleo generado por la construcción de parques representó, en los años de mayor inversión, hasta el 0,4% del empleo aragonés y el 1,9% del empleo industrial, como puede observarse en el cuadro 6 y en el gráfico 3.

Cuadro 6
COMPARACIÓN DE LAS INVERSIONES EN PARQUES EÓLICOS EN ARAGÓN
CON LAS MACROMAGNITUDES ARAGONESAS
(porcentajes)

Año	VAB	VAB industrial	Empleo	Empleo industrial
1996	0,06	0,27	0,03	0,13
1997	0,21	0,92	0,10	0,48
1998	0,22	0,93	0,10	0,48
1999	0,26	1,11	0,12	0,57
2000	0,08	0,33	0,04	0,17
2001	0,78	3,45	0,37	1,75
2002	0,90	4,01	0,43	2,05
2003	0,76	3,48	0,37	1,80
2004	0,52	2,44	0,25	1,23
2005	0,62	2,99	0,24	1,19
2006	0,40	1,95	0,16	0,79
2007	0,50	2,42	0,20	1,03

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del INE.

Gráfico 3
COMPARACIÓN DE LAS INVERSIONES EN PARQUES EÓLICOS EN ARAGÓN
CON LAS MACROMAGNITUDES ARAGONESAS



FUENTE: Cuadro 6 y elaboración propia.

3.2. Efectos del funcionamiento de parques eólicos

El MIOA también puede emplearse para cuantificar el efecto de la actividad generadora de energía eléctrica sobre la producción y empleo aragoneses, una vez que los parques eólicos entran en funcionamiento. Para aproximar estos efectos, se ha partido de las *Cuentas de Pérdidas y Ganancias* correspondientes al ejercicio 2007 (último disponible en el momento de elaborar este estudio) de un conjunto de empresas eólicas domiciliadas en Aragón y que eran titulares de 458 aerogeneradores, con una potencia instalada de 340,5 MW³. Del análisis de las mencionadas cuentas en el año 2007, los consumos de productos de estas doce empresas representaron 42.141 euros (a precios básicos) por MW de potencia instalada. Dado que la potencia total instalada en Aragón en dicho ejercicio ascendía a 1.713,3 MW, la demanda de consumos intermedios de las empresas eólicas puede razonablemente cifrarse en 72,2 millones de euros (a precios básicos) en el citado año.

Cuantificados los consumos intermedios, ha de concretarse en qué medida se distribuyen entre las distintas ramas o sectores y determinar qué porcentaje de esos consumos se satisface con producción aragonesa. Para la primera tarea se siguió el criterio de Aixalá, Sanaú y Simón (2003a y 2003b), es decir, se consideró una ponderación similar a la que se emplea en el MIOA05 para el sector «Producción y distribución de energía eléctrica» (rama 6), aunque modificada para tener en cuenta la especificidad de la energía eólica.

La segunda tarea es, en cambio, ardua porque no se dispuso de información pormenorizada y es conocido que las empresas aragonesas pueden beneficiarse de esta demanda indu-

³ Sus *Cuentas de Pérdidas y Ganancias* están disponibles en la base de datos *Sistema de Análisis de Balances Ibéricos (SABI)*.

cida por las empresas generadoras de energía eólica bien por ser proveedoras o por participar en uniones temporales de empresas (UTE) que sean proveedoras, bien por actuar como subcontratistas o simplemente por suministrar *inputs* intermedios o/y factores productivos a las empresas anteriores. Ante la ausencia de información precisa, se utilizó el porcentaje que se deduce de la Tabla Simétrica del MIOA05 para «Producción y distribución de energía eléctrica» (73,8%), criterio que, además, siguen estudios como el del Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (2005) o Serrano Sanz *et al.* (2009).

Con estos supuestos, la demanda de *inputs* intermedios satisfecha por empresas aragonesas se aproximó en 2007 a los 42,5 millones de euros (a precios de adquisición del año 2009), según se recoge en el cuadro 7.

Al aplicar dicha demanda al conjunto de las ramas del MIOA -para evaluar el arrastre que la demanda de consumos intermedios produce sobre la economía regional-, se concluyó que la producción se incrementa hasta alcanzar los 63,7 millones de euros. Por tanto, el efecto de arrastre alcanza un 50% de la demanda original de *inputs* intermedios, porcentaje superior al estimado para la inversión en parques eólicos. Para disponer de una medida estándar, por cada 1.000 MW instalados se requieren 37 millones de euros (precios de adquisición de 2009) de producción aragonesa.

Este incremento de la producción total significa la creación o mantenimiento del empleo en la economía aragonesa. Para su cuantificación se utilizaron los coeficientes directos de empleo derivados del modelo de demanda, concluyéndose que la producción eólica de Aragón generaba o mantenía 857 puestos de trabajo (en 2007). Su distribución sectorial figura en el cuadro 8, donde se observa que la mayoría de ellos correspondían al sector servicios. De esta forma, por cada 1.000 MW de potencia instalada en funcionamiento se crean/mantienen 500 empleos.

Teniendo en cuenta que al final del proceso inversor analizado, es decir, a partir de 2013, la potencia eólica instalada en Aragón -de acuerdo a las previsiones consideradas- se situará en torno a los 3.123,3 MW, el producto generado en Aragón como consecuencia de los consumos intermedios del conjunto de empresas productoras será -una vez computado el

Cuadro 7
EFFECTOS DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA
SOBRE LA DEMANDA ARAGONESA
(euros, precios de adquisición de 2009)

<i>Sectores</i>	<i>Directo</i>	<i>Indirecto</i>	<i>Total</i>
Agricultura	2.143.451	1.901.913	4.045.364
Energía	1.613.251	1.643.256	3.256.507
Industria	12.719.323	4.659.729	17.379.052
Construcción	1.629.476	1.440.729	3.070.205
Servicios	24.345.552	11.563.520	35.909.072
TOTAL	42.451.053	21.209.148	63.660.201

FUENTE: Elaboración propia a partir del MIOA05.

correspondiente coeficiente de arrastre- 116,1 millones de euros anuales (medidos a precios de adquisición de 2009). En cuanto al empleo, suponiendo que se mantenga la productividad aparente del factor trabajo, ese volumen de producto permitirá crear o mantener el equivalente a 1.563 puestos de trabajo.

El cuadro 9 y el gráfico 4 acumulan para el año 2007 la suma de los efectos de la inversión en parques eólicos y la generación de energía eólica, con el único propósito de relacionarlos con las macromagnitudes regionales. Puede observarse cómo la suma de ambos representó el 0,85% del VAB aragonés y el 0,33% del empleo. Si se comparan con el VAB y el empleo industriales, significaban el 4,13% y el 1,69% de los mismos, respectivamente. El impacto total en el año 2007 superó el VAB de sectores como «Madera y corcho», «Industria textil, confección, cuero y calzado» y «Caucho y materias plásticas».

Cuadro 8
EFECTOS DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA
SOBRE EL EMPLEO ARAGONÉS

<i>Sectores</i>	<i>Empleos</i>	<i>Empleo por cada 1.000 MW</i>
Agricultura	42	24
Energía	30	18
Industria	91	53
Construcción	23	13
Servicios	671	392
TOTAL INCREMENTO EN ARAGÓN	857	500

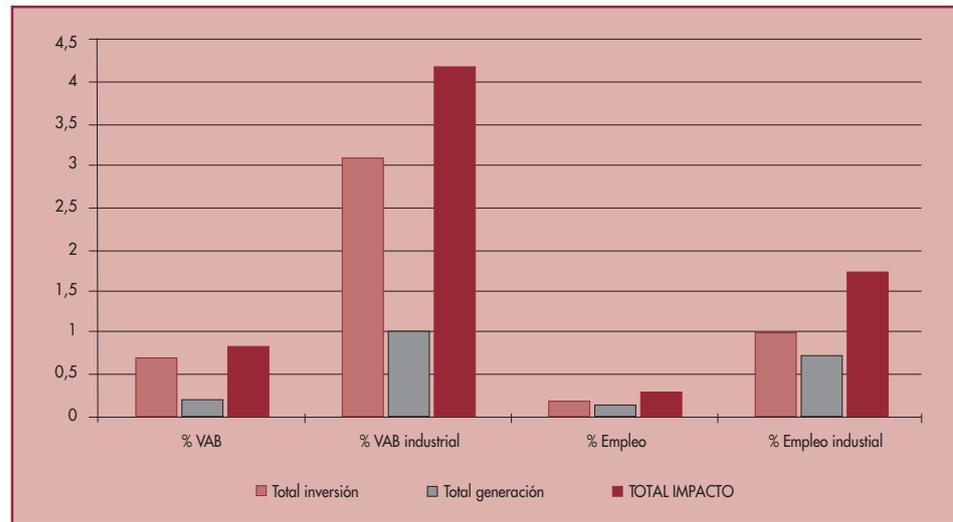
FUENTE: Elaboración propia a partir del MIOA05.

Cuadro 9
COMPARACIÓN DE LOS EFECTOS TOTALES (DIRECTOS E INDIRECTOS)
DE LAS INVERSIONES EN PARQUES EÓLICOS ASÍ COMO LA GENERACIÓN
DE ENERGÍA EÓLICA CON LAS MACROMAGNITUDES ARAGONESAS.
AÑO 2007 (en porcentajes)

<i>Efectos</i>	<i>VAB</i>	<i>VAB industrial</i>	<i>Empleo</i>	<i>Empleo industrial</i>
Inversión (demanda directa)	0,50	2,42		
Inversión (demanda indirecta)	0,14	0,66		
TOTAL INVERSIÓN	0,64	3,08	0,20	1,03
Generación (demanda directa)	0,14	0,70		
Generación (demanda indirecta)	0,07	0,35		
TOTAL GENERACIÓN	0,22	1,04	0,13	0,66
TOTAL IMPACTO	0,85	4,13	0,33	1,69

FUENTE: Elaboración propia.

Gráfico 4
COMPARACIÓN DE LOS EFECTOS TOTALES (DIRECTOS E INDIRECTOS)
DE LAS INVERSIONES EN PARQUES EÓLICOS ASÍ COMO LA GENERACIÓN
DE ENERGÍA EÓLICA CON LAS MACROMAGNITUDES ARAGONESAS.
AÑO 2007 (en porcentajes)



FUENTE: Elaboración propia.

Para aproximar la contribución al producto regional de la actividad generadora de energía eólica, debería añadirse al efecto de arrastre calculado, el VAB generado por las propias empresas, que para el año 2007 se puede estimar en torno a 253,6 millones de euros del año 2009 (para los 1.713,3 MW instalados). Ha de precisarse que este volumen de VAB se destina a dotar fondos de amortización para la reposición de los equipos productivos, a la remuneración del trabajo y el capital ajeno, a la remuneración del capital propio y al pago de otros impuestos indirectos. La parte dedicada a la dotación de fondos de amortización supone el mayor porcentaje de dicho VAB, lo cual garantiza la reposición futura de los aerogeneradores y del conjunto de los componentes de un parque eólico y, por tanto, una repetición del proceso inversor cuando a los veinte años aproximadamente acabe la vida útil de los mismos o sufran un proceso de obsolescencia que obligue a su renovación.

4. Contribución de la energía eólica a la mejora medioambiental y a la reducción de la dependencia energética

La energía eólica es una fuente de electricidad limpia con importantes ventajas -y también algunas desventajas- ambientales, sociales y territoriales, por lo que el balance resulta mucho más favorable que el de las energías tradicionales que emplean combustibles fósiles o radiactivos.

A diferencia de los sistemas de generación tradicionales, la energía eólica no genera residuos peligrosos radiactivos ni vierte a la atmósfera dióxido de carbono (CO₂), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x) o partículas sólidas.

Extrapolando los parámetros resultantes del trabajo de Deloitte (2008) a la estructura productiva del sector eólico en Aragón, se pueden estimar las emisiones a la atmósfera evitadas. Tal como figura en el cuadro 10, para el año 2008, se situaban en 2,8 millones de toneladas de CO₂, 5.281 toneladas de SO₂ y 3.514 toneladas de NO_x.

Si se tiene en cuenta que a finales de dicho año, el precio de derecho de emisión por tonelada de CO₂ alcanzó los 32,4 euros, el coste evitado en Aragón por la generación eólica en utilización de derechos se situó en los 90,9 millones de euros.

Adicionalmente, la producción de energía eólica contribuye de manera significativa a evitar importaciones de combustibles fósiles. Con los parámetros utilizados en Deloitte (2008), los 4,2 GWh de producción eólica regional en 2008 evitaron la importación de 844.104 TEP, lo que supuso un ahorro de 130,4 millones de euros, tal como se recoge en el cuadro 11.

5. Consideraciones finales

La energía eólica se ha convertido en España en una forma de generación eléctrica relevante, con 16.740 MW de potencia instalada a principios de 2009, lo que la convierte en la

Cuadro 10
EMISIONES EVITADAS EN ARAGÓN DEBIDAS A LA PRODUCCIÓN EÓLICA
(toneladas métricas)

Año	Potencia (MW)	Producción (MWh)	CO ₂	SO ₂	NO _x
2003	995	2.008.412	1.336.496	2.513	1.672
2004	1.168	2.655.865	1.767.343	3.323	2.211
2005	1.382	3.342.510	2.224.270	4.182	2.783
2006	1.526	3.406.712	2.266.993	4.263	2.837
2007	1.701	4.190.953	2.788.866	5.244	3.490
2008	1.713	4.220.519	2.808.540	5.281	3.514

FUENTE: Deloitte (2008) y elaboración propia.

Cuadro 11
IMPACTO SOBRE LA DEPENDENCIA ENERGÉTICA EN ARAGÓN DERIVADA
DE LA PRODUCCIÓN EÓLICA (2008)

	Carbón	Fuel-Gas	Ciclo comb.	Total
Producción sustituida (MWh)	1.999.694	287.344	1.933.480	4.220.519
Importaciones evitadas (TEP)	467.528	48.732	327.843	844.104
Ahorro en importaciones (euros)	72.254.350	7.531.373	50.666.676	130.452.399

FUENTE: Deloitte (2008) y elaboración propia.

tercera tecnología en potencia instalada después del ciclo combinado y la hidráulica, y la cuarta en generación, después del ciclo combinado, la nuclear y el carbón. En abril de 2009, Aragón contaba con 1.726,6 MW de energía eólica en operación, lo que representaba más del 10% de la potencia instalada en España.

La contribución de la eólica a la cobertura de la demanda energética ha crecido de forma significativa en los últimos años, si bien la actividad de I+D+i debe vertebrarse para lograr el aprovechamiento efectivo por la industria del potencial de las infraestructuras del conocimiento tanto públicas como privadas. Dado que es un sector globalizado con riesgo de deslocalización industrial, España ha de mantener el liderazgo tecnológico alcanzado hasta la fecha.

En el conjunto del período 1996-2007, la parte de parques eólicos demandada en Aragón (1.383 millones de euros constantes de 2009) ha ejercido un impacto total sobre el conjunto de la economía aragonesa, que puede cifrarse en 1.777 millones de euros constantes de 2009. Si se cumplen las previsiones para el período 2009-2012, el volumen de inversión de los distintos componentes de un parque eólico que se demandará en Aragón (1.134 millones de euros constantes de 2009) elevará la demanda regional en unos 1.454 millones de euros (del año 2009).

Al analizar las ramas más requeridas con la estructura productiva MIOA99, además de las directamente relacionadas con la construcción de parques –«Productos metálicos», «Maquinaria, equipo mecánico y aparatos domésticos», «Maquinaria y material eléctrico» y «Productos de la construcción»– destacan «Otros servicios empresariales», «Servicios de transporte por carretera», «Servicios de intermediación financiera», «Productos metalúrgicos» y «Energía eléctrica». Cuando se trabaja con el MIOA05, se mantienen tales ramas, si bien «Servicios de intermediación financiera» pierde protagonismo.

El volumen de empleo total generado por la inversión en parques eólicos para el conjunto del período 1996-2007 ha sido, en promedio, de unos 1.183 puestos de trabajo anuales (no acumulativos), y para el período 2009-2012, si se cumplen las previsiones, será de 2.481 empleos anuales.

La generación de energía eléctrica por parte de las empresas eólicas, derivada de un aumento de la demanda final, genera anualmente una demanda regional que supera los 63,6 millones de euros, es decir, algo más de 37 millones de euros por cada 1.000 MW instalados (precios de adquisición de 2009). Adicionalmente, por cada 1.000 MW de potencia instalada en funcionamiento se mantienen unos 500 empleos en la Comunidad Autónoma.

En cuanto al impacto medioambiental, el coste evitado en Aragón por la generación eólica en utilización de derechos se situó en los 90,9 millones de euros en 2008. Adicionalmente, la producción eólica regional en dicho ejercicio evitó la importación de 844.104 TEP y supuso un ahorro de 130,4 millones de euros.

El hecho de que la inversión en parques eólicos aparezca con elevado protagonismo en los efectos de arrastre sobre el producto y el empleo regionales, debe llevar a la reflexión de que si el proceso inversor se frenase, la economía aragonesa se resentiría de esa falta de demanda de las empresas proveedoras y el conjunto de la economía regional a través de la capacidad de arrastre. Podría incluso darse un efecto de deslocalización de empresas, que

se ubicarían en otras Comunidades Autónomas o países que desearan invertir en parques eólicos, dado que para la instalación de éstos suele exigirse que una parte importante de la inversión se demande a empresas autóctonas.

Es necesario recordar, en este contexto, que la región aragonesa, debido a su ubicación en términos de características eólicas (corrientes de viento), mantiene todavía potencial de producción de energía eólica. La necesidad de mantener el citado proceso inversor resulta especialmente importante en un momento en el que la crisis económica ha erosionado la estructura industrial y que la incipiente recuperación económica mundial deberá buscar procesos productivos más limpios y más respetuosos con el medio ambiente.

La inversión en energía eólica no tiene solamente efectos de arrastre sobre la actividad empresarial en Aragón sino que, a través del pago del «Impuesto de Actividades Económicas» (IAE), produce un efecto notable sobre los presupuestos de los municipios en los que se ubican los parques eólicos y, adicionalmente, a través del canon por arrendamiento de terrenos, eleva las rentas, tanto privadas como públicas, de tales municipios.

El pago de los tributos locales y por el arrendamiento de terrenos públicos y privados (1,99 euros por MWh y año, es decir, algo más de 8,3 millones de euros, según las citadas empresas), en la medida en que contribuyen a los ingresos públicos de los Ayuntamientos, permitirán el relanzamiento de las obras públicas y actuaciones de tipo social y cultural que, a la larga, incrementarán el bienestar y el capital humano de sus ciudadanos. Asimismo, los ingresos privados derivados del alquiler de terrenos supondrán, bien un sostenimiento de las rentas agrarias favoreciendo la fijación en el territorio de una población agrícola que, de otra forma, tal vez hubiera optado por la emigración, o bien una mejora de la calidad de vida para los propietarios arrendadores. En todo caso, y al igual que sucede con el proceso inversor, existen efectos de arrastre de origen local, que repercuten de forma positiva sobre el conjunto de la actividad económica y el empleo de los municipios y que extienden su influencia al conjunto de la economía regional.

Referencias bibliográficas

- AIXALÁ, J., SANAÚ, J., y SIMÓN, B. (2003a), *La energía eólica en Aragón. Impacto socioeconómico*, Universidad de Zaragoza, Zaragoza.
- AIXALÁ, J., SANAÚ, J., y SIMÓN, B. (2003b), «El desarrollo de la energía eólica en Aragón: Estimación de los efectos en la producción y empleo regionales», *Economía aragonesa*, 22, pp. 45-80.
- COMISIÓN EUROPEA (2008), *Second Strategic Energy Review* (disponible en http://ec.europa.eu/energy/strategies/2008/doc/2008_11_ser2/strategic_energy_review_memo.pdf).
- DELOITTE (2008), *Estudio macroeconómico del impacto del sector eólico en España*, Mimeo, Madrid.
- IBERCAJA (2003), *Estructura productiva de la economía aragonesa. Marco Input-Output en Aragón 1999*, Ibercaja, Zaragoza.
- INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS (2005), *Impacto económico y análisis coste-beneficio de la Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia*, IVIE: Mimeo.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2008), *World Energy Outlook 2008*. OECD/IEA, OECD, París.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO (2005), *Plan de Energías Renovables en España (PER) 2005-2010* (disponible en <http://www.mityc.es/energia/desarrollo/EnergiaRenovable/Plan/Documentos/Paginas/ListadoPlanEnergiaRenova.aspx>).

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO (2008), *Planificación de los sectores de electricidad y gas 2008-2016* (disponible en <http://www.mityc.es/es-ES/Documentacion/Publicaciones/Otras%20publicaciones/pansectelecag20082016.pdf>).

PÉREZ Y PÉREZ, L., y PARRA, F. (2009), *Estructura productiva y actualización del marco Input-Output de Aragón 2005*, FUNDEAR-CESA, Zaragoza.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA (REE) (2008), *El sistema eléctrico español. Avance del informe 2008* (disponible en http://www.ree.es/sistema_electrico/pdf/infosis/Avance_REE_2008_v3.pdf).

SERRANO SANZ, M., GÓMEZ LOSCOS, A., PÉREZ Y PÉREZ, L., SANAÚ VILLARROYA, J., y SANZ VILLARROYA, I. (2009), *Los efectos económicos de la Expo Zaragoza 2008*, Zaragoza, FUNDEAR-Ayuntamiento de Zaragoza.

SISTEMA DE ANÁLISIS DE BALANCES IBÉRICOS (SABI) (disponible en <http://www.sabi.bvdep.com/version-200936/cgi/template.dll?product=27&user=ipaddress>).

Blanca Simón Fernández, profesora titular de Economía Aplicada en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Zaragoza, donde es vicedecana desde el año 2000. En la actualidad, dirige la Cátedra Multicaja. Ha sido profesora visitante de la Universidad de Warwick en el Reino Unido. Su labor docente está relacionada con asignaturas de Política Económica y su tarea investigadora está centrada en analizar la intervención estatal en la economía y, más recientemente, en la inmigración económica.

José Aixalá Pastó, profesor titular de Economía Aplicada en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Zaragoza. Ha sido vicedecano de la citada Facultad y director del Departamento de Estructura e Historia Económica y Economía Pública. Su labor docente está centrada en materias referidas al sistema monetario internacional y a la economía española y su tarea investigadora se relaciona con los tipos de cambio en los mercados de divisas y con los factores determinantes del crecimiento económico.

Luis Pérez y Pérez, doctor en Ciencias Económicas por la Universidad Autónoma de Madrid (1990) y Master of Science en Desarrollo Rural por el CIHEAM (Montpellier, Francia, 1984). Ha sido profesor visitante de las universidades de New Castle Upon Tyne y Edinburgh, en el Reino Unido, y profesor de Economía Aplicada en la Universidad Autónoma de Madrid. Actualmente es investigador del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA) del Gobierno de Aragón y profesor asociado de Economía Aplicada en la Universidad de Zaragoza.

Jaime Sanaú Villarroya, licenciado en Ciencias Empresariales (Premio Extraordinario) y doctor en Ciencias Económicas. Actualmente es profesor titular de Economía Aplicada en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Zaragoza. Sus principales líneas de investigación se centran en los factores explicativos del crecimiento, la economía de la defensa, el sector energético y la economía regional, con especial énfasis en las economías española y aragonesa. Es autor de varios libros y de numerosos artículos en revistas científicas.