



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Máster

Análisis de impacto en el empleo de las  
inversiones planeadas en energía eólica en  
Aragón

Analysis of the impact on employment of  
planned investments in wind energy in Aragon

Autor

Sebastián García Márquez

Directores

Jorge Bielsa Callau e Ignacio Cazcarro Castellano

Facultad de Economía y Empresa

2021

## RESUMEN

La creciente preocupación por el cambio climático ha llevado a la humanidad a un punto de inflexión. Una apuesta importante para frenarlo es la producción de energía renovable, y en concreto la energía eólica, especialmente en la Unión Europea, en España y en Aragón, donde hay un importante volumen de inversiones planificadas. Este trabajo se centra en las implicaciones para el empleo que conlleva esta tecnología en la actualidad en Aragón, que conllevaría la inversión en ella, y que permanecería posteriormente en el largo plazo. Para ello se elabora y utiliza una tabla y modelo input–output multi-regional (MRIO) para cuantificar el empleo directo e indirecto. Para mayor robustez se presentan diferentes escenarios de distribución regional y sectorial de las inversiones, explicando su plausibilidad. La aportación sobre la literatura existente consiste en el grado de precisión sectorial, geográfico y temporal de los datos y, por consiguiente, de los resultados. Además, hemos analizado los efectos sobre el empleo bajo tres escenarios en función de la procedencia geográfica de la producción de bienes y servicios asociada a estas inversiones. El resultado de este estudio es una estimación del empleo que se genera explicando los sectores, las localizaciones espaciales y la duración temporal del mismo.

**Palabras clave:** modelo input–output multi-regional; empleo; inversiones; energía eólica; Aragón

Growing concern about climate change has brought humanity to a tipping point. An important bet to stop it is the production of renewable energy, and specifically wind energy, especially in the European Union, Spain and Aragon, where there is a significant volume of planned investments. This work focuses on the implications for employment that this technology currently entails in Aragon, which would entail investment in it, and which would subsequently remain in the long term. For this, a table and multi-regional input–output model (MRIO) are elaborated and used to quantify the direct and indirect employment. For greater robustness, different scenarios of regional and sectoral distribution of investments are presented, explaining their plausibility. The main contribution is the sectoral, geographical and time detail in data sources and therefore in the results. We have analysed employment through investment costs under three scenarios according to the origin of the intermediate goods and services linked to that investment. The result of this study is an estimation of the effects on employment with special detail in the sectoral composition, geographical location and timing.

**Keywords:** multi-regional input-output model; employment; investments; wind energy; Aragon

## 1. INTRODUCCIÓN

El aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel global (NOAA, 2021) nos está llevando a que los climas cada vez sean más extremos y calurosos según la NASA (2021). Esto ha llevado a que muchos países del mundo hayan firmado múltiples protocolos para disminuir dichas emisiones.

Uno de estos acuerdos es el pacto hecho entre los países de la Unión Europea. El “European Green Deal (2021)” que tiene el objetivo a largo plazo de que Europa sea climáticamente neutral en 2050. Además, debido a la pandemia, este último año se crearon los presupuestos “Next Generation (2021)”, siendo el 30% de los mismos asignado para a lucha contra el cambio climático.

Como ya es bien sabido, esa lucha contra el cambio climático tiene mucho que ver con un cambio en la forma en que se genera la electricidad. Esto ha llevado en efecto a un gran cambio en la producción de energía como lo demuestra Markandya et al., (2016) para el caso de Europa. Este cambio tecnológico conlleva sin embargo importantes implicaciones en cuanto a la generación-destrucción de empleo. Este trabajo se enmarca en ese contexto y busca arrojar luz sobre la generación de empleo en el sector de la energía eólica en Aragón.

En España se lleva años apostando por la generación de energías renovables, Por ejemplo, el año pasado (2020) España instaló 3.789 MW de potencia renovable y en los nueve meses que llevamos de 2021 se han instalado 2.100 MW adicionales. Según Agenda Pública (2020), en el año 2020 se instalaron en España 1.720 MW de potencia eólica, por lo que a 31 de diciembre de 2020, la potencia eólica total instalada en España era de 27.446 MW. En España hay 1.265 parques eólicos presentes en 1.037 municipios, con 21.419 aerogeneradores instalados. Aragón una comunidad que ha apostado fuertemente por la producción eólica llegando a tener actualmente ~4.000 MW de potencia instalada según datos de la Diputación General de Aragón (DGA, 2021). Esta cifra si la comparamos con el total de instalado en España, que ronda los 27.400 MW según la Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico (2020), esto supone un 15%. Para el peso que tiene en Aragón en España (siendo su PIB, población, etc. Suele rondar el 3% de España) es muy relevante este dato.

Los proyectos eólicos no están exentos de problemas en su implantación en zonas rurales. Uno de esos problemas es el impacto paisajístico en la zona o los problemas sobre la fauna y la flora que se derivan de la implantación masiva de plantas y de las

infraestructuras de transporte eléctrico... como señalan Zografos y Saladié (2012), es difícil comparar el coste de la destrucción del paisaje con los beneficios que se pueden obtener con estos proyectos. El empleo generado a partir de estas inversiones puede ser un elemento de juicio bastante objetivo a la hora de valorar esas diferencias. Además de que se plantea como una buena y necesaria solución para la transición energética y ecológica según Agenda Pública (2020). No solamente es una solución para la transición, sino que se ve como una oportunidad para reducir la dependencia del exterior (por energías fósiles) y sobre todo para generar empleo en España (y en este caso en Aragón).

Según MITECO (2020) el conjunto de medidas que se integran en la Estrategia tendrá un impacto positivo en la generación de empleo, que aumentará un 1,6% en 2050 con respecto a un escenario que no tenga en cuenta su aplicación. Esto generaría unos 300.000 empleos netos al año a lo largo de este periodo (MITECO, 2020b).

Una detallada discusión sobre el problema de los beneficios y costes en términos de desarrollo sobre las economías locales puede encontrarse en Munday et al. (2011). Además, existen diversos trabajos que tratan sobre el empleo. Siguiendo la línea de trabajos como el de Garrett-Peltier (2017) a nivel internacional o hasta nivel local como Laplaza-abadía y Simón-fernández (2019) para el caso de Aragón.

El objetivo principal de este trabajo de fin de máster es analizar los impactos de los parques eólicos que se quieren instalar en Aragón. En particular, estudiaremos los empleos generados asociados a las inversiones en energía eólica. Además, estudiaremos de forma dinámica el empleo asociado a los parques eólicos, distinguiendo entre un año normal, tanto antes como después de las inversiones (lo que podemos llamar el “mantenimiento”), con el empleo generado en el momento de las inversiones

Por ello, vamos a utilizar un modelo input–output multi regional (MRIO) para capturar los efectos directos e indirectos de estas políticas de inversión, así como el impacto en Aragón, en el resto de España, de la Unión Europea y finalmente en el mundo. Nos apoyamos en una creciente literatura para la estimación de este tipo de cuestiones utilizando tablas y modelos input–output. Este es por ejemplo el caso de Markaki et al., (2013) donde se estudió el empleo para energías renovable, o el de Fragkos y Paroussos, (2018) que investiga los impactos netos en el empleo de la transformación proyectada del sector energético de la UE hacia las fuentes de energía renovable. Este tipo de estudios se han realizado para España, como es el caso del citado estudio del (MITECO, 2020b), o como es el caso de Moreno y Lopez (2008) para Asturias. .

Afortunadamente, entre esa literatura previa existen trabajos que tratan exactamente el problema concreto que nos ocupa. Por ejemplo, contamos con los trabajos de Garrett-Peltier (2017) para el contexto internacional, Montilla et al. (2020) para el nacional y, por último, (Laplaza-abadía & Simón-fernández, 2019) para el caso concreto de la economía aragonesa. En efecto, estos tres trabajos tienen en común que usan la metodología Input-Output para estimar los efectos en el empleo de la implantación de la energía eólica. La principal aportación de este trabajo respecto a dichos estudios consiste en un tratamiento más exhaustivo sectorial, temporal y geográfico, tanto de los datos de entrada como de los resultados, a la hora de estimar los efectos sobre el empleo.

Como indica el trabajo ya mencionado de Garrett-Peltier (2017), estos modelos input-output suelen utilizarse para este tipo de estudios por sus ventajas de transparencia, por implicar pocas suposiciones, por ser replicables y poder utilizar datos relativamente recientes, y otras ventajas.

El resto de este trabajo fin de máster está estructurado de la siguiente manera. En primer lugar, la sección 2 describe la metodología empleada en este estudio y los datos utilizados. En la sección 3 se muestran y explican los resultados. Finalmente, en la sección 4 se extiende la discusión de los mismos y se presentan las conclusiones de este trabajo.

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1 MODELO I-O**

Los modelos input-output fueron desarrollados por Leontief (1986) en la década de los 30 en el siglo pasado. Estos modelos son un marco analítico donde se puede evaluar, entre otros, la interdependencia de las industrias en una economía, las relaciones entre las necesidades y destinos de cada industria. Además de las conexiones de comercio entre los distintos países. Se utilizan una serie de ecuaciones lineales para analizar las interrelaciones entre los sectores de la economía.

Este tipo de modelo ha sido ampliamente usado para evaluar los impactos económicos, sociales y medioambientales. Asimismo, de cualquier índole de actividad económica que va desde países hasta regiones.

se puede entender las tablas input-output de la siguiente manera: las filas de la tabla describen la distribución de un output de un productor a lo largo de la economía. Las

columnas describen la composición de los inputs requeridos para producir por una industria en específico. En la Figura 1 ilustra la tabla que se ha utilizado para este estudio.

Siguiendo Miller y Blair (2009) modelo básico de modelo de demanda input output se representa de la siguiente forma matricial:

$$x = (I - A)^{-1} \cdot y \quad (1)$$

Donde  $x$  es el vector final de producción de la economía;  $I$  es la matriz identidad;  $A = Z \cdot x^{-1}$  es una matriz  $n \times n$  de los coeficientes técnicos ( $a_{ij}$ ) que se define como la cantidad de producción del sector  $i$  que el sector  $j$  necesita para producir una unidad de output;  $y$  se obtiene dividiendo cada uno de los elementos de la matriz bienes y servicios intermedios completa  $Z$  por el output o producción total sectorial. La  $y$  es la demanda final, que en general representaremos también como matriz  $Y$  donde se representan diferentes regiones y componentes de la demanda final. De forma genérica vamos a presentar la ecuación base como  $X = (I - A)^{-1} \cdot Y$

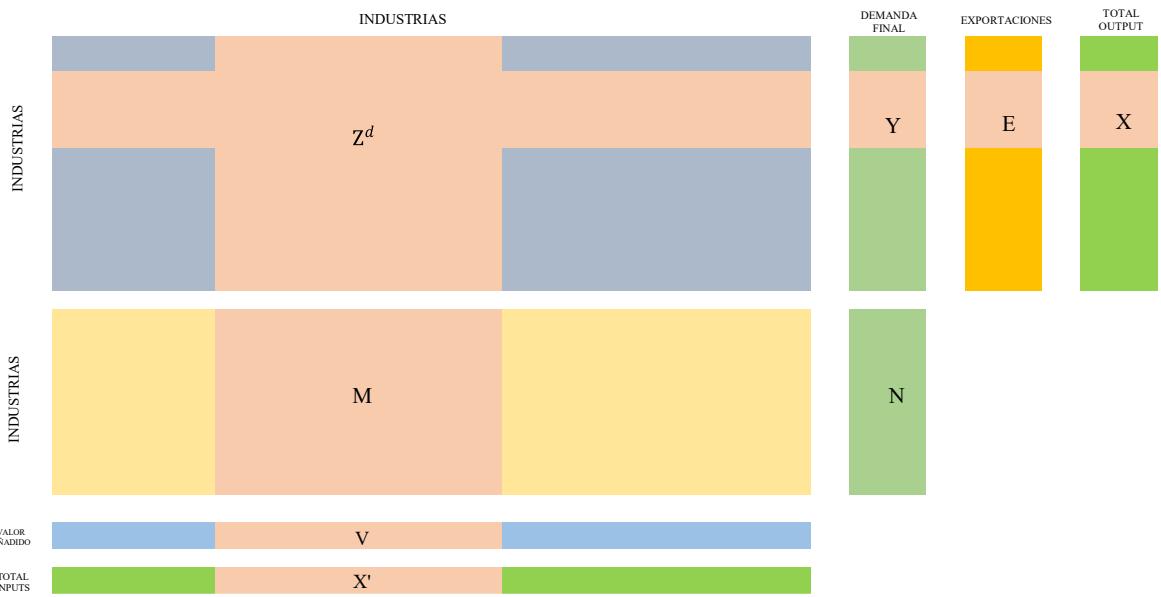
Con estos coeficientes es posible calcular los impactos directos de un shock de demanda final para un bien en particular dentro de los múltiples sectores de la economía.

La  $(I - A)^{-1}$  es una matriz  $n \times n$  llamada inversa de Leontief o multiplicadores input output. Se puede interpretar esta matriz como el multiplicador keynesiano del output multisectorial y multirregional. Esta matriz nos permite calcular hasta qué punto tiene que aumentar la producción de toda la economía, cuantificando tanto efectos directos como indirectos, para satisfacer un determinado aumento de la demanda final.

Los elementos internos de esta matriz se pueden interpretar como el aumento total requerido en la producción del sector  $i$  para saber un incremento de una unidad en la demanda final del sector  $j$ . Además, la suma de los  $j$  elementos, que se encuentran en la parte de las columnas, da el multiplicador de la producción del sector  $j$ , que se puede interpretar como el cambio total en producción bruta de toda la economía por un shock inicial en la demanda final de una unidad monetaria en el sector  $j$ .

El esquema de la Figura 1 es el que seguía la tabla input-output de Aragón para 2005 (Pérez & Parra, 2009) de la que partieron las diferentes actualizaciones realizadas (como se explicará en los Datos), principalmente. En la Figura 1,  $Z^d$  es la tabla de inputs y outputs doméstica, mientras que  $M$  son las importaciones de inputs y output que vienen de otras regiones.  $N$  es la demanda final de bienes y servicios que vienen de otros países.

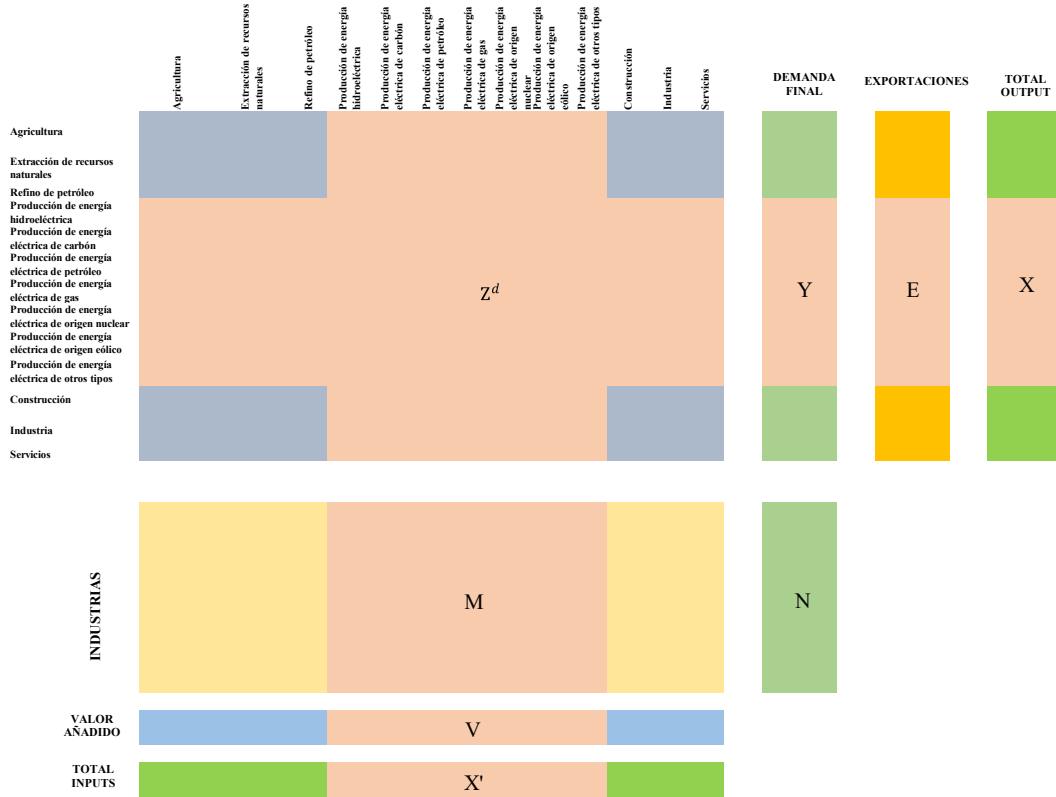
**Figura 1. Esquema de Tabla Input-Output de partida (e.g. Aragón)**



## 2.2 DESAGREGACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA EÓLICA

Teniendo la tabla input–output de Aragón, se procedió a desagregar la producción de energía. Se puede observar un ejemplo de la desagregación realizada en la Figura 2.

**Figura 2. Esquema de Tabla Input - Output desagregada**



Para hacer dicha desagregación se utilizaron los datos macromagnitudes de España del INE (2021). Se hizo un cociente entre el output de un sector de la producción de energía (e.g. Producción de energía hidroeléctrica) por la suma total de la producción de energía en cada uno de los sectores, haciéndose lo mismo con los inputs de la tabla. Con esto obtuvimos unas proporciones que luego se utilizaron para desagregar el sector energético.

Con esta desagregación podemos conocer la participación de la energía eólica en la estructura productiva de Aragón. El objetivo último es poder determinar cuánto empleo se generará en este sector directa o indirectamente.

Los sectores de la tabla input–output de Aragón se encuentran en la Tabla A1 en el Anexo.

Una vez obtenido esta desagregación, también se desagregaron las importaciones entre las regiones de este estudio que son España, UE y Resto del Mundo. Para hacer esta desagregación se tuvo en cuenta las importaciones que hacía Aragón de cada una de estas regiones.

La descomposición de las importaciones se siguió la siguiente fórmula:

$$M^{rA} = (m^{rA} / \Sigma m^{rA}) \cdot M^A \quad (2)$$

Donde  $m^{rA}$  son las importaciones de alguna de las regiones hacia Aragón,  $\Sigma m^{rA}$  es el total de importaciones por cada uno de los territorios y  $M^A$  es la tabla de importaciones (de todos los orígenes sumados) de Aragón. Además, r puede referirse España, Unión Europea y al Resto del Mundo respectivamente. Con ello se logró que la matriz M de importaciones de Aragón de las Figuras 1 y 2 se convierta en las 3 matrices en amarillo claro de la Figura 3, completando la primera columna de dicha Figura.

Asimismo, la fórmula seguida para la descomposición de la demanda final de las importaciones sería la siguiente:

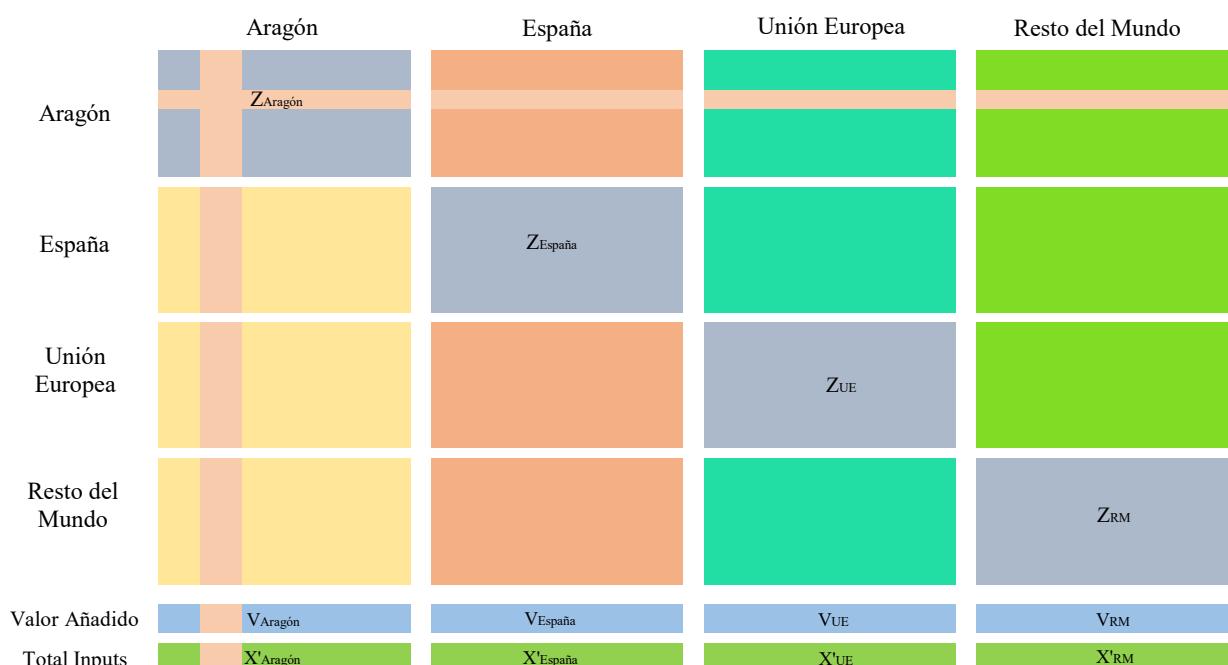
$$N^{rA} = (m^{rA} / \Sigma m^{rA}) \cdot N^A \quad (3)$$

Donde  $N^A$  es la demanda final de Aragón de todas las importaciones y se mantiene la nomenclatura anterior.

Para obtener un MRIO completo, que es nuestra  $Z = A \cdot X$ , era necesario contar con las regiones mencionadas anteriormente (España, que la convertimos en Resto de España

al restar de ella el comercio España-Aragón<sup>1</sup>; Unión Europea y Resto del Mundo). Para ello, obtuvimos los datos a partir de la WIOD, completando las 3x3 matrices de abajo a la derecha en la Figura 3. Al tener esta tabla sus propios códigos de sectores, se tuvo que hacer una correspondencia con los sectores de Aragón. Al no contar con dicha correspondencia, se elaboró en este trabajo esta correspondencia, como se muestra en la Tabla A2 del Anexo. Al hacer dichas correspondencias se mantuvieron las desagregaciones y las agregaciones de la tabla de Aragón. Por último, con relación a las matrices de bienes y servicios intermedios, las exportaciones de Aragón a las respectivas regiones se obtuvieron manteniendo estructuras de la tabla inicial de Aragón, las de exportaciones de bienes y servicios intermedios vs. finales (de España) y por diferencias, ajustando de forma que las tablas quedaran perfectamente balanceadas, obteniendo las matrices de la Figura 3.

**Figura 3. Esquema de matrices de bienes y servicios intermedios**



Una vez explicada la matriz de bienes y servicios intermedios Z, nos ocupamos de describir cómo también se desagregó la demanda final, en los diferentes bloques entre regiones, así como distribuyendo las exportaciones (de forma notable, entre aquellas para procesos de transformación en la matriz de bienes intermedios, y la demanda final). La

---

<sup>1</sup> De forma similar, con la elaboración de cada relación Aragón-EU y Aragón-RM esos valores deben restarse de las diferentes partes de España (para que siempre refleje “Resto de España”) pero esos números son bastante marginales en relación al tamaño de las matrices input-output

demanda final queda reflejada en la Figura 4, donde se ilustra que partiendo de vectores como los reflejados con color naranja (en la tabla inicial de Aragón), se acaban obteniendo las 4x4 matrices de la izquierda en verde (de forma que esos vectores en naranja ya quedan repartidos y ya no aparecen en la tabla final). Esos 4x4 bloques representan nuestra Y total. Para ello, como se ha dicho se hace uso de la estructura inicial de demanda final de Aragón, de las exportaciones a los 3 destinos (Resto de España, EU y RM), así como de las proporciones de exportaciones de bienes y servicios intermedios y finales de España, asumiendo las mismas proporciones antes de cuadrar la tabla finalmente haciendo que se cumplan los diferentes agregados y balances (el total de inputs coincide con el total de outputs para cada sector i).

**Figura 4. Esquema de Demanda Final, Exportaciones y Total Outputs**

DEMANDA FINAL ARAGÓN	DEMANDA FINAL ESPAÑA	DEMANDA FINAL UE	DEMANDA FINAL RM	EXPORT. ESPAÑA	EXPORT. UE	EXPORT. RM	TOTAL OUTPUTS
$Y^{A,A}$	$N^{A,Esp}$	$N^{A,UE}$	$N^{A,RM}$				$X$
$N^{Esp,A}$	$Y^{Esp,Esp}$	$N^{Esp,UE}$	$N^{Esp,RM}$				$X$
$N^{UE,A}$	$N^{UE,Esp}$	$Y^{UE,UE}$	$N^{UE,RM}$				$X$
$N^{RM,A}$	$N^{RM,Esp}$	$N^{RM,UE}$	$Y^{RM,RM}$				$X$

Cabe hacer notar que al tener desagregados los sectores de electricidad en demanda final, podemos calcular (e.g. haciendo 0s toda la columna de demanda final excepto la de un subsector concreto, e.g. de electricidad eólica) las necesidades de empleo (tanto en Aragón, como en el resto de España, como en la UE, como en el resto del mundo) para un subsector concreto (e.g. de electricidad eólica), en un año cualquiera. Finalmente, a la hora de trabajar con el vector de inversiones en eólica, nos centraremos en la columna de formación bruta de capital (FBK) de Aragón, representada en rojo en la Figura 4. Es decir, las estimaciones de efectos de las inversiones se centrarán en un vector de inversiones (o

FBK) de eólica en Aragón  $I_{eólica}^{r,A}$  situado en esa columna en rojo (mientras se hace 0 toda la demanda final para los efectos analíticos de ese cálculo).

### 2.3 ELABORACIÓN DEL VECTOR DE INVERSIÓN

En la demanda final está formada por el consumo de los hogares, del gobierno, exportaciones y también la FBK, el cual refleja la inversión. Centrándonos en dicha FBK estimaremos el empleo directo e indirecto asociado a las inversiones.

En concreto, se construye un vector de demanda específico que solo forma parte la inversión en energía eólica en Aragón. Se trata de generar de forma sintética la demanda de inversión que ese sector supone, tal como lo hace Garrett-Peltier (2017)en un estudio para diferentes inversiones en tecnologías eólicas y solares para Estados Unidos.

El principal trabajo de investigación es encontrar qué componentes son necesarios para la creación y puesta en marcha de tecnologías de energías renovables y, en qué porcentaje se distribuye entre los diferentes sectores económicos. Así, si podemos identificar los distintos componentes y su peso, podemos estudiar el impacto del aumento de la demanda de energía eólica. Podemos ver este enfoque en Miller y Blair (2009) como uno de los dos métodos para evaluar el impacto de una nueva industria.

El objetivo último es simular el número de empleos que se generarán con el incremento de demanda que se producirá.

Esta información se puede obtener y estimar desde distintas fuentes como encuestas, informes de la industria energética, informes sobre la tecnología, sobre el origen de los componentes de las inversiones, etc. En este trabajo hemos ido un poco más allá de Garrett-Peltier (2017), y hemos elaborado un vector de inversión propio más ajustado a las características y estructuras españolas a partir de dos fuentes principales. En primer lugar, a partir de los datos obtenidos de los parques eólicos planteados en Aragón, y de los presupuestos de dichos parques (disponemos de 49 de los en torno a 122 proyectos planeados). En segundo lugar, a partir de una información específica y detallada del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (2016) del gobierno de España. sobre la relación de los bienes y servicios en un parque eólico y los sectores económicos en los que se producen. Es decir, se ha construido el vector a través de los costes de los componentes de la construcción de parques eólicos. A cada uno de aquellos componentes se le asignó un número según la CNAE (Clasificación Nacional de Actividades

Económicas, NACE en inglés). Una vez obtenida esta composición de la demanda de inversión en energía eólica, se adoptaron los componentes de la CNAE a la clasificación propia que tiene el Gobierno de Aragón. Esta correspondencia ha sido de elaboración propia (véase Anexo).

Al no contar exactamente con la estructura por regiones de la inversión en eólica, sino la estructura por regiones del total de inversión. Ante este estado tenemos varias opciones. La opción más precisa es a través de la FBK de la demanda final de Aragón como se muestra en la Figura 4. Sin embargo, tenemos que asegurarnos que al coger esta estructura no sea muy genérica. Así que, para asegurarnos, tomamos la estructura de la demanda de Aragón (parte encuadrada en la Figura 4) o también de la columna del sector eólico de Aragón.

El escenario base escogido para este análisis es pues el reparto de la inversión (un vector de inversiones con dimensión de los 56 sectores) de esa  $I_{eólica}^A$  entre las distintas regiones en base a la estructura actual en Aragón para obtener  $I_{eólica}^{r,A}$ . Dentro del mismo, en todo caso, tenemos que afinar qué estructura de proporciones debemos de utilizar (proporciones entre las 4 regiones, puesto que la estructura sectorial sí está identificada de forma precisa, como hemos indicado). Principalmente tenemos la formación bruta de capital (FBK, la columna en rojo de la figura 4) cuya estructura es la más acorde a las inversiones, a pesar de que existe la limitación de que puede resultar un vector algo genérico (es una estructura asociada a todas las inversiones en Aragón). Esta es la opción que llamaremos FBK Aragón. Como segunda opción, para comprobar la robustez a este supuesto y la idoneidad de diferentes estructuras de inversión, podemos utilizar la estructura entre regiones de toda la demanda final de Aragón (todo el recuadro en rojo de la figura 4, que llamaremos DF Aragón). Como tercera opción, alternativa a una estructura de FBK algo genérica, podemos tomar la estructura de inputs intermedios del sector de eólica en Aragón (la columna de eólica en naranja de la Figura 3, que llamaremos Eólica Aragón), que se justificaría por pensar que la inversión en eólica se va a parecer más a las compras de bienes y servicios intermedios de dicho sector en un año normal.

De forma genérica,  $I_{eólica}^{r,A}$  se obtiene a partir de las proporciones de orígenes de las inversiones ( $p^{rA}$ ), según diferentes supuestos (proporciones de FBK total, proporciones de DF total, proporciones de inputs intermedios en eólica), de forma genérica expresado como  $I_{eólica}^{r,A} = (p^{rA} / \Sigma p^{rA}) \cdot I_{eólica}^A$

Como veremos en los resultados, en todo caso la estimación de empleo bajo esos 3 supuestos distintos es muy robusta, produciéndose no demasiadas variaciones.

## 2.4 METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL EMPLEO ASOCIADO A LA DF

Para realizar esta cuantificación tenemos que convertir la matriz inversa de Leontief en una matriz “matriz de multiplicadores de empleo” ( $L$ ), es decir, necesidades de empleo.

En primer lugar, tenemos que calcular los coeficientes de empleo de cada actividad, es decir, la ratio entre el total de empleo y la producción total de cada sector  $i$ , que llamaremos  $l_i$ , donde  $l = \{l_i\}$ . Siguiendo la siguiente ecuación obtenemos el vector de empleo (el vector completo):

$$l = e/x \quad (4)$$

**Figura 5. Esquema del vector de empleo**

Total Inputs	X'Aragón	X'España	X'UE	X'RM
Empleo	eAragón	eEspaña	eUE	eRM

Siendo en este caso, el número de empleos en eólica  $e_{eólica}^A$  de 210 personas. Además, el sumatorio de  $e$  de Aragón, llamado  $E^A = \sum e^A$  es de 510.000 trabajadores.

El vector  $l$  expresa la intensidad de empleo necesaria para obtener una unidad de producción. Una vez que hemos diagonalizado este vector tenemos que multiplicar la matriz  $n \times n$  de empleo por la inversa de Leontief para obtener la matriz de “multiplicadores de empleo”.

Analíticamente,  $L = \hat{I} (I - A)^{-1}$ , donde  $L$  es una matriz resultante de diagonalizar el vector de intensidad de empleo  $l$ ; la matriz  $(I - A)^{-1}$  es la inversa de Leontief. Esta nueva matriz contiene el empleo directo e indirecto que la economía puede crear a partir de una unidad adicional de demanda final (esta puede ser de demanda de los hogares, o de las inversiones, etc.). Por ejemplo, si invertimos 1 millón de dólares en la industria de energía eólica, podemos ver de forma intermedia los puestos de trabajo creados a través de esta inversión (puestos de trabajo directos). Así como el número de puestos de trabajo apoyados en otras industrias como la provisión de construcciones civiles y el transporte por carretera.

Por otro lado, también nos interesa el empleo asociado a la demanda final en eólica de cada una de las regiones. Siguiendo la ecuación:

$$t_{eólica}^{r,s} = L \cdot y_{eólica}^{r,s}$$

Que para el caso de Aragón toma la forma:

$$t_{eólica}^r = L \cdot y_{eólica}^{r,A}$$

Siendo L los multiplicadores de empleo, r cada una de las regiones, y es el vector de demanda final, que en este caso podemos utilizar de forma agregada como vector, haciendo 0 todos los demás sectores, para ver sólo los empleos asociados a dicha demanda final de la eólica. Los empleos totales asociados a esa demanda final de un año normal actual (e.g. 2016) en Aragón ( $\sum_i t_{eólica}^A$ ) es de 201, en España ( $\sum_i t_{eólica}^{ESP}$ ) es de 11.357, en UE ( $\sum_{i,UE} t_{eólica}^{UE}$ ) son de 112.209 empleos y en el Resto del Mundo ( $\sum_i t_{eólica}^{RM}$ ) son 690.560 empleos.

Igualmente, para el cálculo del empleo asociados a las inversiones podemos que seguir la siguiente ecuación:

$$t_{eólica}^{r,s,inv} = L \cdot I_{eólica}^{r,s}$$

Que para el caso de Aragón toma la forma:

$$t_{eólica}^{r,inv} = L \cdot I_{eólica}^{r,A} \quad (6)$$

La variable t expresa el vector de empleos creados con el vector de las inversiones de eólica en Aragón  $I_{eólica}^{r,A}$ , en cada uno de los sectores i y regiones r.

## 2.5 DATOS

La tabla multirregional input-output utilizada en este trabajo de fin de máster fue construida por Langarita y Cazcarro (2021) para la de Aragón para el año 2016. En el caso de España y otras regiones se ha obtenido a partir de la World Input-Output Database (WIOD) que cubre 43 países, además de otras regiones del mundo (Dietzenbacher et al., 2013; Timmer et al., 2015).

Los datos de WIOD están organizados dentro de 56 sectores de acuerdo con los estándares internacionales de clasificación industrial revisión 4 (ISIC Rev. 4). Se procedió a realizar la correspondencia de los sectores encajándolos con los sectores de Aragón, que serían en total 69 sectores económicos.

Las inversiones en energía eólica fueron obtenidas a partir de la página oficial del gobierno de Aragón (DGA, 2021). En concreto hemos escogidos proyectos que han sido admitidos a trámite. Estos proyectos son aquellos que han solicitado autorización administrativa previa y de construcción, por lo que se entiende que pueden llegar a ser realizados. También hemos escogido aquellos proyectos con autorización administrativa previa y de construcción.

La potencia total de todos esos proyectos es de cerca de 4.000 MW en Aragón. Correspondría aproximadamente a unos 4.000 millones de euros en inversión, que es la que vamos a introducir en nuestras estimaciones.

Además, habría que recalcar que estos datos corresponden a inversión directa en Aragón en proyectos menores de 50 MW, que son los que pueden ser autorizados por el gobierno regional. Si atendemos al Ministerio de Industria, Comercio y Turismo del gobierno de España, se tiene proyectada la instalación de 5.000 MW adicionales de energía eólica en Aragón. Esta inversión adicional, según lo señalado arriba, sería en instalaciones de potencia superior a 50 MW.

En lo que respecta a los datos de empleo, se obtuvieron a través de las Afiliaciones en alta a la Seguridad Social del IAEST (2021). Para la desagregación de los subsectores de electricidad, se utilizaron los coeficientes de empleo por unidad del valor producción de los agregados macroeconómicos y encuestas estructurales de empresas para los años 2015 y 2016 (INE, 2016), multiplicados por la producción de cada subsector de electricidad en Aragón. Dicho resultado se ajustó proporcionalmente para coincidir con el empleo total de los sectores de electricidad de la citada referencia del IAEST (2021). Para las demás regiones que se trabajan, se obtuvieron a través de la mencionada base de datos WIOD.

## 2.6 TIEMPOS DE ANÁLISIS Y ESCENARIOS

Nos vamos a centrar en 3 momentos diferentes:

- En el momento anterior a las inversiones planeadas descritas (viendo el empleo que se produce por la demanda final actual del sector eólico en Aragón).
- En el momento de ejecución de las inversiones planeadas descritas (viendo el empleo que se produce de forma temporal en esos 2-3 años de inversiones en Aragón).

- En el momento posterior a las inversiones planeadas descritas, una vez ya realizadas (i.e. instalados ya los parques eólicos, viendo el empleo que se produce por la demanda final futura del sector eólico en Aragón).

El análisis además depende de forma importante del lugar en el que se producen los efectos, y en especial las compras de los materiales asociados a las inversiones. En este caso, como nos vamos a centrar en el empleo, nuestro escenario base será aquel en el que fruto de las inversiones de forma directa ese impacto se produce, se reparte de forma directa (aunque también se generan otros efectos indirectos en otras zonas) en Aragón. De alguna forma supone un máximo del empleo que puede generarse en Aragón asociado a dichas inversiones. Por simplicidad, la mayoría de los resultados los presentaremos con este escenario. En todo caso, discutimos también brevemente otros 3 escenarios: 1) en el cual la inversión se reparte en proporciones iguales a las actuales (esto conceptualmente podría defenderse que se produjera más de acuerdo con las proporciones de FBK actuales, o de acuerdo con la estructura de inputs intermedios actual del sector de eólica en Aragón); 2) La inversión se reparte sólo en sectores de otras regiones. Este escenario, aunque bastante improbable, es claramente un límite inferior que serviría para ilustrar que una inversión en Aragón en parques eólicos, por grande que fuera, si todo lo que se instala procediera de fuera de Aragón, su efecto en el empleo podría ser muy marginal. 3) La inversión se reparte sólo en sectores de Aragón. Este último escenario, que requeriría de un cambio en el modelo en el que se efectúan las inversiones, apostando mucho más por invertir, ejecutar más adquisiciones en Aragón, es un límite superior.

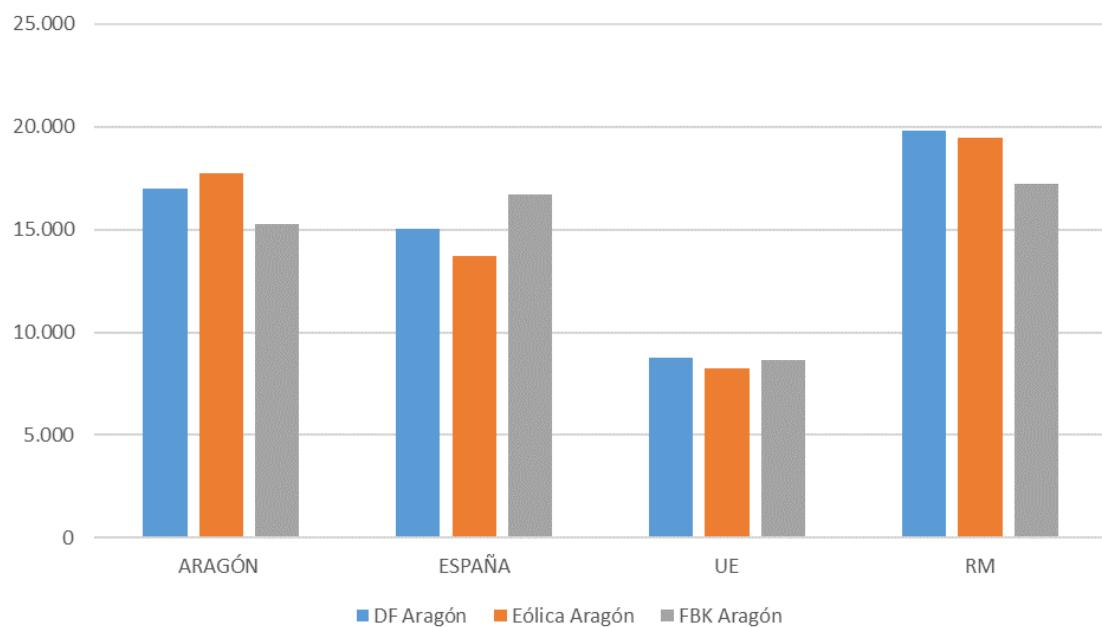
### **3. RESULTADOS**

#### Estructura/s de inversión por regiones como la actual

En esta sección se desarrollan los resultados obtenidos utilizando la metodología y datos citados. Es necesario tener en cuenta que dichos resultados provienen de la inversión de 4.000 millones de energía eólica. Debe de tenerse en cuenta que los empleos creados a través de esta inversión solo permanecen entre 2 a 3 años (el tiempo estimado que duran los períodos de inversión según RenovablesVerdes (2021)). Pasado ese plazo de construcción de plantas, también el empleo que se mantiene corresponde a la operación y mantenimiento de dichas plantas. También realizaremos una estimación de ese empleo posterior.

Como hemos explicado en la metodología, el escenario base escogido para este análisis es el reparto de la inversión entre las distintas regiones en base a la estructura actual en Aragón. Y dentro del mismo, para explorar la diferente posible estructura de ejecución entre las 4 regiones (puesto que la estructura sectorial sí está identificada de forma precisa, como hemos indicado) exploramos 3 opciones alternativas para dar mayor robustez al análisis: haciendo uso de la estructura de la FBK genérica de Aragón (FBK Aragón); de la demanda final genérica de Aragón (DF Aragón); y de la estructura de inputs intermedios del sector de eólica en Aragón (Eólica Aragón). En la Figura 6 vemos que la estimación de empleo bajo esos 3 supuestos distintos es robusta, produciéndose pocas variaciones.

**Figura 6. Estimación de empleo con la estructura actual entre regiones bajo 3 supuestos distintos**

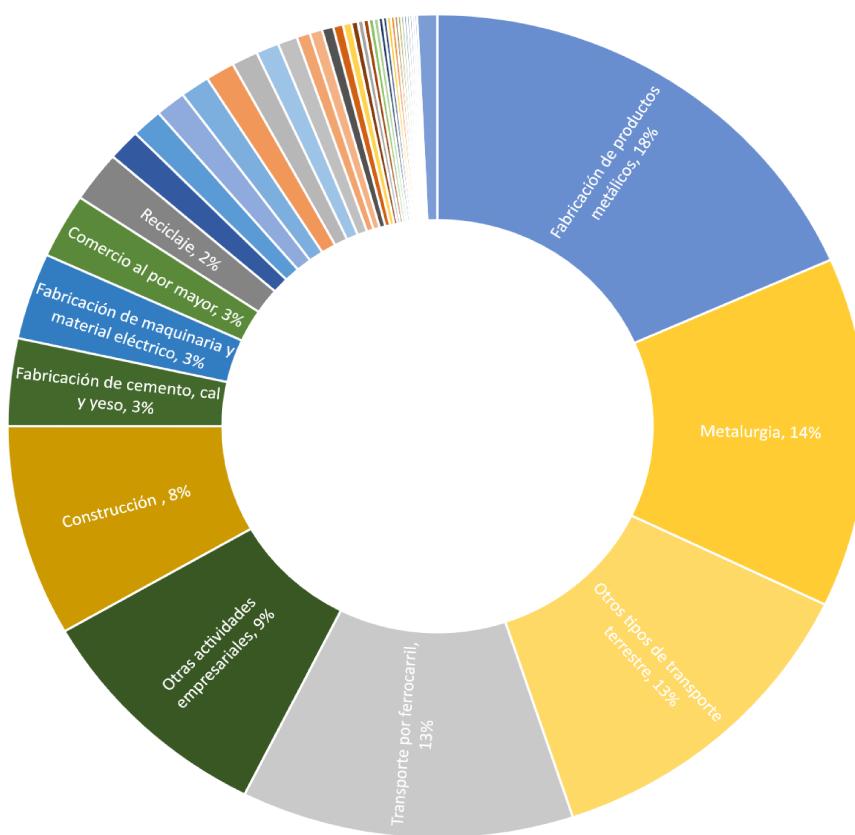


En Aragón encontramos que el rango de empleo directo e indirecto (total) se encuentra entre los 15.000 y 17.000 empleos que en porcentaje equivaldría entre un 26% y un 30%. En España va entre 14.000 y 16.000 empleos siendo entre 23% y 29%. En el caso de la UE prácticamente en los tres casos el empleo se encuentra sobre 8.000 contratos de trabajo con tan solo entre 14% y 15%. Manteniendo una diferencia de un solo punto porcentual. En el Resto del Mundo los empleos van entre 17.000 y 19.000 empleos, cuyo porcentaje varía entre un 30% a 32%. Poniendo de manifiesto que las estructuras actuales de inversiones y compras de la eólica en Aragón generan mucho empleo fuera de la UE. Se puede también observar que los resultados para los supuestos “DF Aragón” y “Eólica Aragón” son muy parecidos, más que el de “FBK Aragón”, pero en todo caso nos permite trabajar con órdenes de magnitud y rangos de resultados razonables.

Una de las preguntas que nos podemos hacer es en qué sectores se generará empleo. A continuación, presentaremos distintos gráficos donde nos mostrará cómo se distribuye a través de los diferentes sectores y entre regiones.

En la Figura 7 atendemos distintos sectores económicos de Aragón donde se genera el empleo. En un primer vistazo, las principales fuentes de empleo son en el sector industrial.

**Figura 7. Empleo generado en Aragón en diferentes sectores con el escenario base o principal**

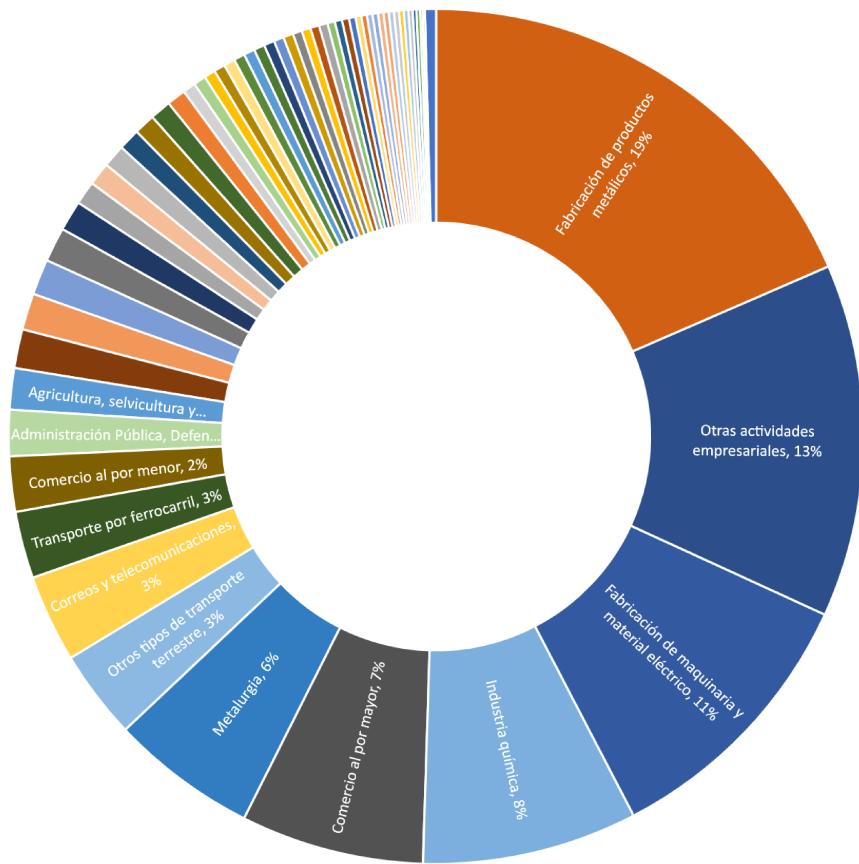


Aunque pueda parecer algo contradictorio, no es el sector de la construcción el que más empleo genera, siendo éste un solo 8%. En este caso el sector de la fabricación de productos metálicos es el que más empleo genera, siendo un 18 % del empleo total generado. Asimismo, el transporte tampoco es sector despreciable con un 26% si tomamos tanto el transporte de ferrocarril como el de otros tipos.

También en el sector de otras actividades empresariales es otro sector económico que obtiene una generación de empleo del 9%. Esto habrá que tenerlo en cuenta, ya que aglutina distintas profesiones. Por ejemplo, puede ser el tipo legal, administrativo, además de agencias de investigación, etc.

Como se puede apreciar en la Figura 8, tenemos el empleo creado en España en los diferentes sectores de la economía. A grandes rasgos podemos ver cómo existen diferencias entre el empleo que se genera en Aragón y el de España. Esto es porque son las importaciones generadas por la gran inversión realizada en Aragón.

**Figura 8. Empleo generado en España en diferentes sectores con el escenario base o principal**



Prestando atención a las importaciones de Aragón que hace de España, la fabricación de productos metálicos es un sector importante con las inversiones previstas.

Por otra parte, el segundo sector con mayor empleo total generado es el de “otras actividades empresariales” con un 13%. Este sector, mencionado anteriormente, congrega distintas profesiones como actividades jurídicas, administrativas y hasta de investigación. Estamos hablando, por lo tanto, de importación de servicios.

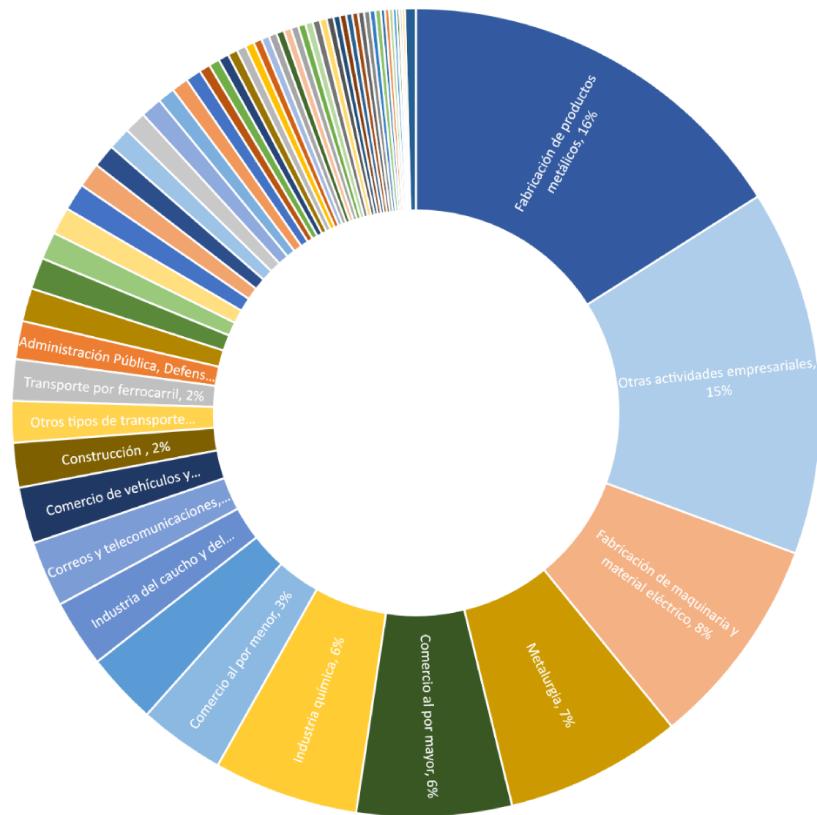
Es muy interesante observar estos resultados porque nos muestra lo que necesitaría Aragón en caso de que se diera toda esta inversión de manera a la misma vez. Asimismo, observamos como la fabricación de maquinaria y material eléctrico, y la industria química son también sectores de importancia. En cambio, advertimos que en España no se crea tanto empleo en el sector de la construcción como en Aragón.

La construcción es un sector que nos puede ser de. Ya que, este sector se encuentra presente en el montaje de parques eólicos. Y lo que se puede deducir a partir de la comparación de España y Aragón, es que la generación de empleo en la construcción sería principalmente en Aragón. Aunque siempre puede existir cierta movilidad entre regiones. La contratación de trabajadores viene principalmente dada en la región donde se va a realizar la inversión.

Por último, se observa que existe mayor distribución del crecimiento del empleo entre los diferentes sectores económicos. Siempre y cuando lo comparamos con Aragón.

Siguiendo el estudio de la generación de empleo en las distintas regiones. En la Figura 9 vemos el empleo directo en la UE a partir de las importaciones de Aragón. Consideramos que a grandes rasgos es muy parecida a la distribución de España. Sin embargo, habría que destacar ciertas cosas.

**Figura 9. Empleo en UE en diferentes sectores con el escenario base o principal**



Es cierto que los países de la UE son los más cercanos y en donde existe mayor comercio. Sin embargo, cuando comparamos el empleo que se generará directamente con la inversión en energía eólica en Aragón, es el que menos empleo directo crece. Al igual que ocurre en España, el mayor crecimiento del empleo viene dado por la industria.

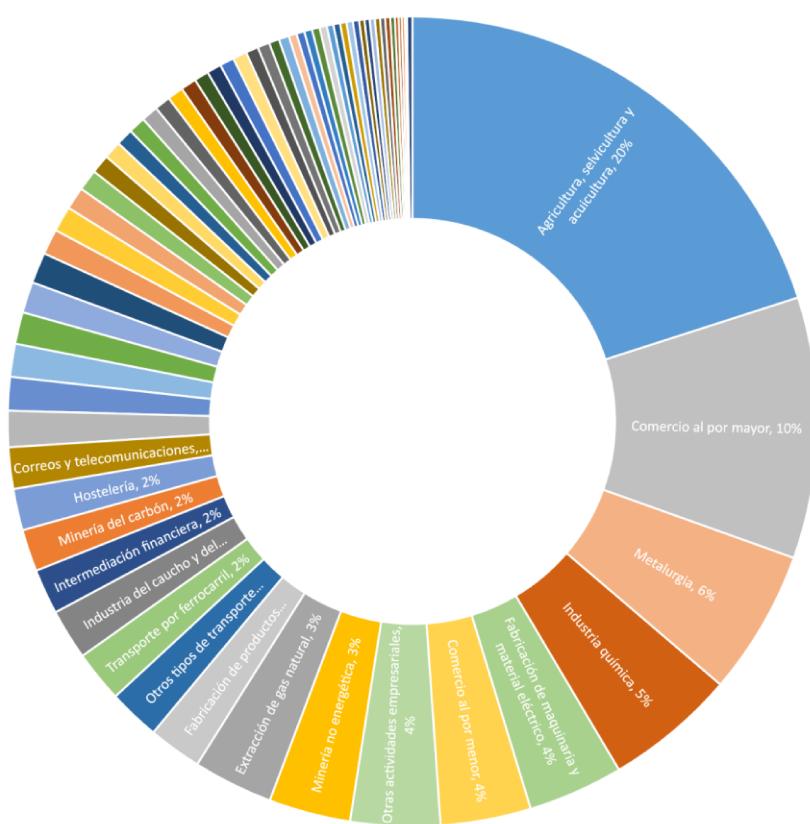
Concretamente “fabricación de productos metálicos” con la generación del 16% de los nuevos contratos, sin dejar a un lado la industria química y la metalurgia.

Los servicios también es un sector importante, estando a la cabeza “otras actividades empresariales” con un 15%. Un sector que tendríamos que destacar es la construcción. Debido a que, si comparamos España y UE, nos encontramos que en la UE crece el número de contrato de trabajadores. Mientras que en España es testimonial.

Finalmente avistamos que el aumento del empleo se encuentra igualmente algo más concentrado comparándolo con España.

La Figura 10 nos indica el empleo total en el Resto del Mundo. Donde lo que primero que vemos es que el sector de la agricultura supone un 20% del empleo. Así que podemos apreciar la dependencia de Aragón de los recursos de otros países.

**Figura 10. Empleo en el Resto del Mundo en diferentes sectores con el escenario base o principal**



Finalmente, si comparamos entre las cuatro regiones, encontramos distintas distribuciones. En un principio la construcción y la industria sí que se desarrollarían en Aragón. Además, la metalurgia y los componentes metálicos serían sectores claves a la hora de montar parques eólicos.

En el caso de España y UE, no habría mucha diferencia en la distribución de los sectores en los que se crea empleo. Es más, el mayor aumento en el número de contratos nuevos sería en el sector servicios, sin olvidar que también la metalurgia y la fabricación de componentes aumentarían.

Por último, tenemos al Resto del Mundo cuyos sectores que crecen con la inversión en eólica son principalmente de recursos naturales. Aunque también existe una parte donde se obtiene que existiría crecimiento en el empleo es en el campo del metal y en la creación de componentes de maquinaria.

#### Estructura/s de inversión por regiones alternativas (todo en Aragón, o todo fuera)

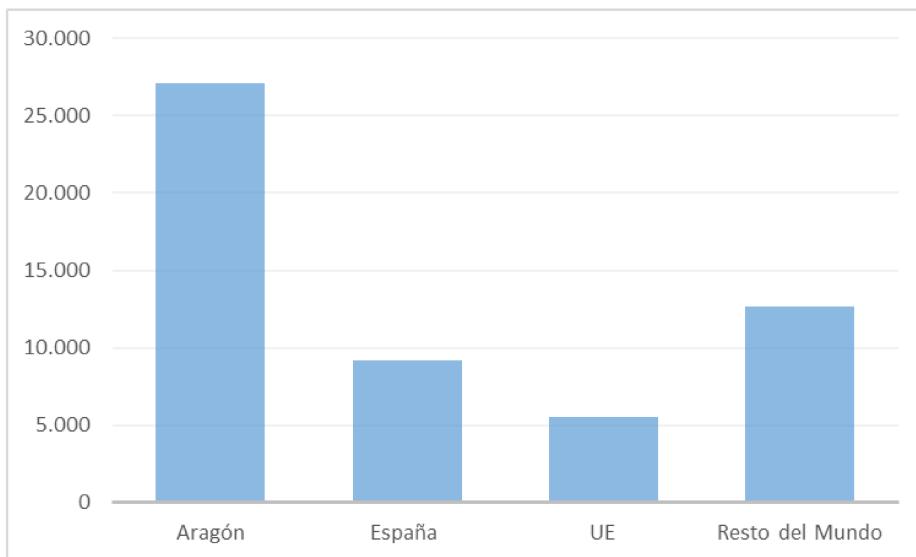
Después de haber presentado los resultados del escenario base, examinamos dos escenarios alternativos de distribución de la inversión por regiones.

El primer supuesto alternativo consiste en que el total de las inversiones previstas para construcción de parques eólicos recaiga completamente en Aragón. Es decir, que toda la inversión, toda la adquisición, se realiza en Aragón y no se distribuya entre las otras regiones como ocurre con cualquier ejecución de inversión genérica.

En la Figura 11 hemos obtenido el empleo directo e indirecto del este supuesto. En total se generarían cerca de 54.000 empleos. En Aragón el empleo generado sería alrededor de 27.000 en este supuesto de máximos (de “upper bound” de empleo total generado en Aragón), es decir, prácticamente la mitad del total de empleos (mientras que la otra mitad, se generaría por empleos indirectos en otras regiones, aun habiéndose ejecutado directamente todo en Aragón). En España se generarían cerca de 9.000 puestos de trabajo siendo esto el 17% del total. Con respecto a la UE, el empleo que se generaría sería mucho menor, siendo de 5.500 empleos aproximadamente (~el 10%). Por último, el Resto del mundo contaría con 12.600 empleos, siendo el 23% del total.

Comparando este supuesto con el de base, tenemos en Aragón un incremento de 10.000 puestos de trabajo. Aunque hay que tener en cuenta que este escenario no es el más probable, salvo con una apuesta decidida por una industria local que produzca todo lo necesario para esas inversiones.

**Figura 11. Gráfica del empleo entre distintas regiones primer supuesto**

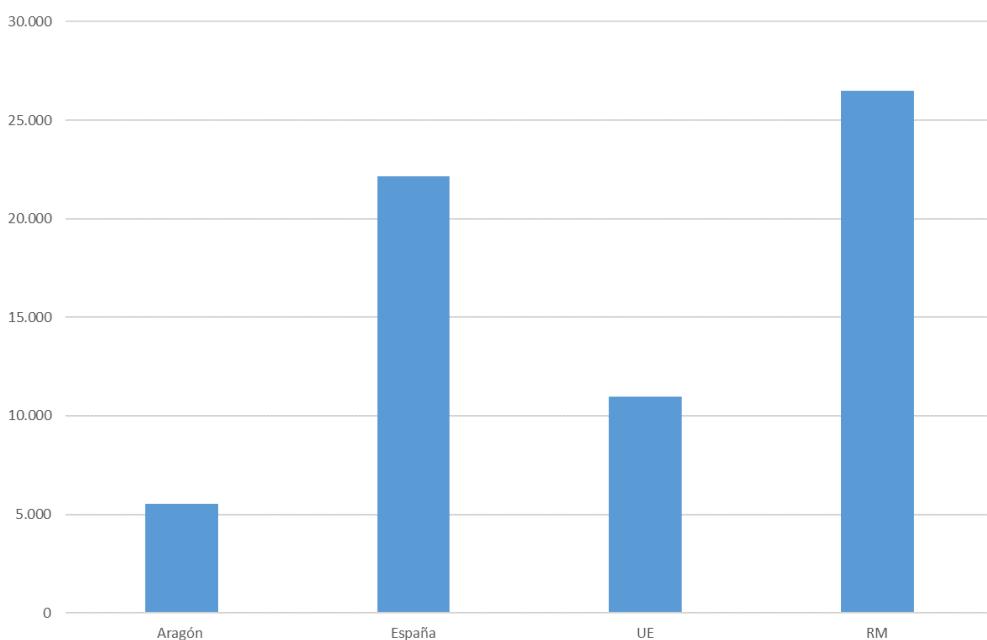


El último escenario alternativo planteado fue cuál sería el empleo en caso de que la inversión de 4.000 millones de euros no se destinara a adquisiciones en Aragón, sino todo a otras regiones. Es decir, que las otras regiones recibirían una parte de esa inversión (de acuerdo a sus proporciones actuales) y de forma directa no se ejecutaría en Aragón. Ese escenario trata de dar cuenta de una situación en la que todas las compras, materiales, etc. se realizase fuera. Sin embargo, consideramos algunos servicios que obligatoriamente se tienen que hacer en Aragón, como puede ser la hostelería, de forma que en este supuesto no hacemos 0 la distribución de inversión en todos los sectores de Aragón, sino que mantenemos las cifras en tales gastos mínimos.

En la Figura 12 se muestra los efectos de este supuesto, que daría un mínimo (un “lower bound”). Y, en tal caso, el empleo en Aragón sería lógicamente menor que en los anteriores casos, contando con 5.500 trabajadores debido a las compras indirectas, en un escenario que generaría globalmente 65.000 empleos totales.

Así que, por lo visto, existen muchas diferencias con el primer supuesto. Lo que se podría destacar es que el techo de empleo en Aragón asociado a las inversiones se encontraría en torno a los 27.000 puesto de trabajos. Mientras que el suelo de empleos por parte de esta inversión planeada y aprobada por el Gobierno de Aragón vendría a ser de 5.500 puesto de trabajo. De todos modos, estos dos escenarios alternativos sirven para ilustrar como, una transición en que en realidad las inversiones sólo sirven para comprar todos los materiales de los parques eólicos fuera de Aragón, el empleo asociado en la región sería marginal, incluso en el momento concreto de ejecución de las inversiones (que en el escenario base muestra un importante aumento del empleo, como veremos en la figura de la evolución temporal con la inversión en energía eólica).

**Figura 12. Gráfica del empleo entre distintas regiones bajo el supuesto de ejecución de la inversión fuera de Aragón**



Mientras que para obtener efectos como los obtenidos en los análisis más optimistas (muchos estudios con input-output estiman de forma “generosa” los empleos indirectos obtenidos, sin además explicar la temporalidad de los mismos), se tienen que realizar apuestas decididas por que la compra, la contratación, la construcción, etc. se haga con empresas y mano de obra “locales” (regionales en este caso, dado el contexto del estudio).

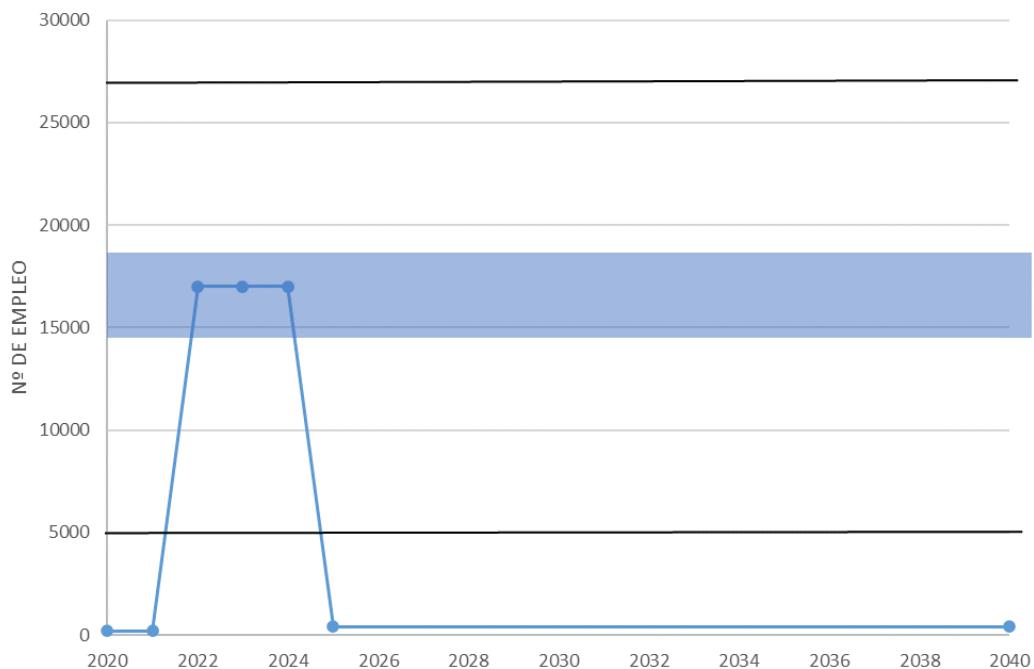
Habiendo discutido esos escenarios alternativos, como límite inferior del empleo generado en Aragón, volvemos a poner en contexto todos los resultados, especialmente alrededor del que hemos llamado escenario base o principal. En concreto, tratamos de resumir la perspectiva temporal adoptada, mostrando cómo evolucionaría el empleo en Aragón de acuerdo con ese escenario (indicando también los alternativos) en la Figura 12. Reflejamos que la zona más oscurcida es la banda de empleo más probable (donde se sitúan las 3 alternativas de reparto regional de acuerdo con las estructuras actuales), y las líneas que se encuentran en los extremos son el empleo mínimo y máximo obtenido por la inversión bajo estos dos escenarios alternativos finales.

En un primer momento se muestra el empleo actual existente antes de las inversiones; en la actualidad hay 210 empleados en Aragón que trabajan en el sector de la producción de energía eólica. Posteriormente suponemos que el próximo año se hicieran todas las inversiones previstas (4000 MW). Durante los 2 o 3 años posteriores a la inversión, se generarían ~16.000 empleos en Aragón (~60.000 en todas las regiones, asociados a las mismas), como hemos mostrado. Cabe recordar que esos ~16.000 empleos estarían

asociados a los nuevos ~4.000 MW con proyectos menores de 50 MW, que pueden ser autorizados por el gobierno regional (para estos hemos utilizado los propios presupuestos de 49 de los ~122 proyectados regionales, lo cual nos permite una elevada precisión en la identificación de en qué bienes y servicios se gasta, se ejecuta esa inversión). Pero como hemos dicho hay una instalación proyectada del gobierno nacional adicional de ~5.000 MW de energía eólica en Aragón adicional con instalaciones de potencia superior a 50 MW. Asumiendo que la estructura y distribución de la inversión es similar (para ellos no tenemos los propios presupuestos de los proyectos), cabría por lo tanto esperar ~20.000 empleos adicionales (temporales, durante los e.g. 2-3 años que durara la inversión) asociados a esa inversión.

Volviendo sólo al ejemplo que nos ocupa, de los nuevos ~4.000 MW proyectados regionalmente, una vez la inversión esté terminada, todo el empleo generado se corresponde con la operación y mantenimiento de las plantas. Teniendo en cuenta que con esas inversiones Aragón doblará el total de megavatios de los parques eólicos que actualmente es también de alrededor de 4.000 MW, podemos estimar que el empleo directo dentro de la producción de energía eólica sería de ~400 (412 según nuestro cálculo<sup>2</sup>) personas en Aragón en la fase posterior a la inversión (y se entiende que de forma permanente, salvo nuevas ampliaciones, inversiones, etc.).

**Figura 12. Evolución temporal con la inversión en energía eólica**



<sup>2</sup> Si se añadieran las planificadas por el gobierno central, de otros ~5.000 MW, esa cifra permanente sería de ~700 empleos.

#### **4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

Los resultados presentados en este estudio representan un avance en los estudios de la generación de empleo asociado a las inversiones en renovables, y en especial en Aragón. En primer lugar, se ha elaborado un marco y modelo input-output multi-regional para un momento relativamente reciente en el que se interrelaciona la región de Aragón con el resto de España, resto de Unión Europea, y resto del Mundo. En segundo lugar, se introducen de forma detallada sectorialmente los datos de las inversiones a partir de los presupuestos específicos de los planes de instalación eólica proyectados en Aragón. Para el reparto sectorial específico se utiliza la clasificación sectorial vinculada al sector eólico del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo del gobierno de España (2019). Esta herramienta permite estimar los efectos de las inversiones en energía eólica, y en especial de nuestra variable de mayor interés, el empleo. En resumen, el uso de este modelo input-output multirregional con datos actualizados y detallados sectorial y geográficamente ha permitido capturar y localizar el empleo creado en distintas regiones y sectores, tanto de forma directa como indirecta. Finalmente, la consideración de la dimensión temporal permite ver la naturaleza transitoria de la mayor parte de este empleo dada la consideración de inversiones puntuales de la demanda de empleo en este caso.

Atendiendo al análisis, estimamos que la región podría generar alrededor de 17.000 puestos de trabajo directos e indirectos a través de las inversiones previstas en energía eólica si estas se ejecutaran con la compra o gastos directos en el propio Aragón. Además, sabemos que los principales sectores que afectará este aumento de empleo vendrán a través de la industria. En el resto de España se crearían alrededor de 15.000 puestos de trabajo derivados de esas inversiones. En este caso, los sectores que más crecerían serían los servicios además de la industria. Por su parte, en el resto de la UE se generaría alrededor de 8000 empleos, de los cuales una gran parte se concentraría también en servicios y en industria. En el Resto del Mundo se crearían aproximadamente 19.000 empleos, siendo los sectores primarios los que más contratos de trabajo generaría junto con los sectores de comercio, extracción de minerales y energía y la metalurgia.

Estos resultados pueden ponerse también en el contexto de la relación entre empleos por cada unidad de inversión (teniendo en cuenta las diferentes unidades y años estudiados), de otros pocos estudios que han analizado aspectos similares. En Garrett-Peltier (2017) se obtuvieron 7,52 nuevos empleos para la energía eólica (and 7,24 en fotovoltaica) por cada 1 millón de dólares, en (Pollin et al., 2009) 13,3 empleos para la

energía eólica (y 13,7 en fotovoltaica) por cada 1 millón de dólares. Ambos trabajos se refieren a cerca o más de una década, y con la conversión de métrica (1-1.2 \$ por euro) son superiores a esas cifras por lo tanto los empleos por 1 millón de euros. En Montilla et al. (2020) se obtuvieron 15 empleos totales (quedándose entre 8-9 en España) por cada 1 millón de dólares de inversión en España. En este trabajo, obtenemos la generación total de 14-15 (4 en Aragón, y cerca de otros 4 en el resto de España) empleos por cada 1 millón de euros de inversión en Aragón.

Para dotar de robustez a los resultados, hemos diseñado y estimado varios escenarios alternativos. Hemos estimado primeramente un escenario más favorable para Aragón en que esta inversión se encuentra directamente ejecutada y gastada en sectores locales sin que se reparta entre las distintas regiones de forma proporcional. Los resultados obtenidos es que el empleo global de 54.000 puestos de trabajo sería similar al del escenario base, pero se crearían alrededor de 27.000 puestos de trabajo. En resto de España, resto de UE y resto del mundo serían 9.000, 5.500 y 12.600 respectivamente.

El escenario alternativo menos favorable, en el que estimamos que los bienes y servicios no se procediesen de Aragón (sino de las otras regiones, de forma proporcional a su estructura de demanda final de Aragón), los resultados muestran que en Aragón se generarían apenas 5.500 puestos de trabajo. Y si tenemos en cuenta las otras regiones, cambian lógicamente los números, obteniendo para el resto de España 22.000 empleos, para resto de UE 11.000 y en el caso del resto del mundo un total de 26.500 puestos de trabajo. Es importante señalar que ambos escenarios extremos sirven para establecer un rango a la estimación y una recomendación en cuanto a las políticas comerciales, pero son altamente improbables. El escenario base ha sido comprobado con un análisis de sensibilidad y presenta una horquilla de tamaño muy inferior (unos 2000 empleos).

La posibilidad de los diferentes escenarios, pese a haber tratado de servir de rango amplio para el análisis, a la vez que de robustez examinando la diferente plausibilidad de los mismos, es sin duda también reflejo de las incertidumbres existentes, y por lo tanto de limitaciones asociadas a este tipo de estudios. Igualmente pueden considerarse como tales algunas de las hipótesis que han sido necesarias realizar, como la proporcionalidad por regiones en algunos procesos de desagregación, o la hipótesis de proporcionalidad al coeficiente de empleo por producción nacional. Por último, existen algunas limitaciones que podemos señalar asociadas al análisis input-output, como es la asunción de constancia de coeficientes, aunque esta limitación es compensada con la utilización de datos muy recientes.

En todo caso, un importante valor del trabajo es el poner en contexto la importancia de la diferente temporalidad y potenciales máximos y mínimos esperables asociados a las inversiones en función de dónde se realiza la principal ejecución económica. Se puede afirmar para la economía aragonesa, como ocurre para la española, que los efectos de las inversiones en el territorio son muy dependientes de esta variable, especialmente para el caso del empleo. Por supuesto, algo similar podría decirse de las rentas del capital, donde además por ser un factor fácilmente móvil, podría tener un patrón bastante distinto. Aun generando empleo, las inversiones podrían generar rentas del capital en otros territorios lejanos al de la implantación de los parques eólicos, más allá de las rentas más evidentes que sí se quedan (e.g. por el alquiler de la tierra para la implantación de los parques, etc.).

Para finalizar, es importante señalar que este trabajo es una pieza más en los complejos problemas de la transición energética y el desarrollo regional. En concreto, El MITECO (2020) aprobó una ley en la que se compromete a hacer compatible la conservación del patrimonio natural con el despliegue de las energías renovables. Esperamos que este estudio contribuya a la racionalización de esa inevitable transición en el contexto de una España interior en clave declive demográfico.

## REFERENCIAS

- AEE-MINCOTUR. (2019). *Agenda sectorial de la Industria Aeronáutica*. Asociación Empresarial Eólica (AEE)-Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MINCOTUR). <http://redclelac.com/enclelac/pdf/presentacion-agenda-sectorial.pdf>
- DGA. (2021). *Energía eólica en Aragón. Tramitación de las instalaciones de producción de energía eléctrica en Aragón, cuya principal tecnología sea eólica: información geográfica sobre las instalaciones, otorgamiento de protección, tipos de autorizaciones, requisitos*. Deirección Gobierno de Aragón (DGA). <https://www.aragon.es/-/energia-eolica>
- Dietzenbacher, E., Los, B., Stehrer, R., Timmer, M., & de Vries, G. (2013). The construction of world input–output tables in the WIOD project. *Economic Systems Research*, 25(1), 71–98. <https://doi.org/10.1080/09535314.2012.761180>
- European Green Deal. (2021). *The European Green Deal will transform the EU into a modern, resource-efficient and competitive economy, ensuring*.
- Fragkos, P., & Paroussos, L. (2018). Employment creation in EU related to renewables expansion. *Applied Energy*, 230, 935–945.
- Garrett-Peltier, H. (2017a). Green versus brown: Comparing the employment impacts of energy efficiency, renewable energy, and fossil fuels using an input-output model. *Economic Modelling*, 61, 439–447.
- Garrett-Peltier, H. (2017b). Green versus brown: Comparing the employment impacts of energy efficiency, renewable energy, and fossil fuels using an input-output model. *Economic Modelling*, 61(March), 439–447. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2016.11.012>
- Generation, N. (2021). *Next Generation is a temporary recovery instrument to help repair the immediate economic and social damage brought about by the coronavirus pandemic*.
- IAEST. (2021). *Afiliaciones en alta a la Seguridad Social*. Instituto Aragón de Estadística (IAEST). [https://aplicacionesportalaragon.aragon.es/tablas/iaest/areas-tematicas/07-trabajo-salarios-y-relaciones-laborales/afiliados\\_a\\_la\\_seguridad\\_social.html](https://aplicacionesportalaragon.aragon.es/tablas/iaest/areas-tematicas/07-trabajo-salarios-y-relaciones-laborales/afiliados_a_la_seguridad_social.html)
- INE. (2021). *INE (Instituto Nacional de Estadística) Principales cuentas económicas*.
- Langarita, R., & Cazcarro, I. (2021). The socio-economic impact of sports tourism events in rural areas and their losses from COVID19: a case study in Spain. *Under Review*.
- Laplaza-abadía, A., & Simón-fernández, B. (2019). *Modelos multisectoriales input-output para la evaluación del impacto de la inversión del sector energético en eólica y fotovoltaica en Aragón*. 121–134.
- Leontief, W. (1986). *Input-output economics*. Oxford University Press.

- Markaki, M., Belegri-Roboli, A., Michaelides, P., Mirasgedis, S., & Lalas, D. P. (2013). The impact of clean energy investments on the Greek economy: An input--output analysis (2010--2020). *Energy Policy*, 57, 263–275.
- Markandya, A., Arto, I., González-Eguino, M., & Román, M. V. (2016). Towards a green energy economy? Tracking the employment effects of low-carbon technologies in the European Union. *Applied Energy*, 179, 1342–1350.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.02.122>
- Miller, R. E., & Blair, P. D. (2009). Input-Output Analysis: Foundations and Extensions. 2nd Ed. In *Cambridge Books from Cambridge University*.
- Ministerio para la Transición ecológica. (2020). *Impacto Económico, de empleo, social y sobre la salud pública del PNIEC 2021-2030*.
- MITECO. (2020a). El Gobierno aprueba la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo, que marca la senda para alcanzar la neutralidad climática a 2050. *Miteco.Gob*, 2016.
- MITECO. (2020b). *Impacto Económico, de empleo, social y sobre la salud pública del PNIEC 2021-2030*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO).
- Montilla, J., Pizarro-Irizar, C., & Arto, I. (2020). *Green jobs in the Spanish renewable energy sectors: an input-output approach*. <https://addi.ehu.es/handle/10810/46947>
- Moreno, B., & Lopez, A. J. (2008). The effect of renewable energy on employment. The case of Asturias (Spain). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(3), 732–751.
- Munday, M., Bristow, G., & Cowell, R. (2011). Wind farms in rural areas: How far do community benefits from wind farms represent a local economic development opportunity? *Journal of Rural Studies*, 27(1), 1–12.  
<https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2010.08.003>
- NASA. (2021). *GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP v4)*.
- NOAA. (2021). *Trends in Atmospheric Carbon Dioxide*.
- Orendain de los Santos, M. V. (2016). *Agenda sectorial de la Industria Aeronáutica*. 29.
- Pérez, L., & Parra, F. J. (2009). Estructura productiva y actualización del Marco Input-Output de Aragón 2005. *Consejo Económico y Social de Aragón*.
- Pollin, R., Heintz, J., Garrett-Peltier, H., & others. (2009). *The Economic Benefits of Investing in Clean Energy: How the economic stimulus program and new legislation can boost US economic growth and employment*.
- Pública, A. (2020). *La transición energética es un reto de proporciones históricas que obliga a una transformación radical de nuestro modelo energético; y como toda transformación rápida, genera resistencias, tensiones y también, por qué no decirlo, algunas actuaciones*

*incon.*

RenovablesVerdes. (2021). *Todo lo que conlleva la construcción de un parque eólico.*

<https://www.renovablesverdes.com/parques-eolicos/>

REVE (Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico). (2021). *Portal de noticias bilingüe sobre la actualidad del sector, con especial atención al vehículo eléctrico.*

Timmer, M. P., Dietzenbacher, E., Los, B., Stehrer, R., & de Vries, G. J. (2015). An Illustrated User Guide to the World Input–Output Database: the Case of Global Automotive Production. *Review of International Economics*, 23(3), 575–605.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/roie.12178>

Zografos, C., & Saladié, S. (2012). La ecología política de conflictos sobre energía eólica. Un estudio de caso en Cataluña. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 58(1), 177.

<https://doi.org/10.5565/rev/dag.202>

## ANEXOS

**Tabla A1. Correspondencias entre los diferentes códigos de actividades económicas**

Actividades Económicas	WIOD	NACE	Códigos (Aragón)
Producción de cultivos y animales, caza y actividades de servicios relacionados	r1	A1	1
Silvicultura y explotación forestal	r2	A2	1
Pesca y acuicultura	r3	A3	1
Explotación de minas y canteras	r4	B05-B09	2- 4
Fabricación de productos alimenticios, bebidas y productos del tabaco	r5	C10-C12	9-14
Fabricación de textiles, prendas de vestir y productos de cuero	r6	C13-C15	4
Fabricación de madera y productos de madera y corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de paja y materiales trenzables	r7	C16	18
Fabricación de papel y productos de papel	r8	C17	19
Impresión y reproducción de soportes grabados	r9	C18	20
Fabricación de coque y productos petrolíferos refinados	r10	C19	5-6
Fabricación de sustancias químicas y productos químicos	r11	C20	21
Fabricación de productos farmacéuticos básicos y preparados farmacéuticos	r12	C21	21
Fabricación de productos de caucho y plástico	r13	C22	22
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	r14	C23	23-26
Fabricación de metales básicos	r15	C24	27
Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	r16	C25	28
Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	r17	C26	30_32_33
Fabricación de material eléctrico	r18	C27	31
Fabricación de maquinaria y equipo n.c.o.p.	r19	C28	29_30
Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques	r20	C29	34
Fabricación de otros material de transporte	r21	C30	35
Fabricación de muebles; otras manufacturas	r22	C31-C32	36-37
Reparación e instalación de maquinaria y equipos	r23	C33	40
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	r24	D35	6-7
Recogida, tratamiento y suministro de agua	r25	E36	8
Alcantarillado; actividades de recogida, tratamiento y eliminación de residuos; recuperación de materiales; actividades de saneamiento y otros servicios de gestión de residuos	r26	E37-E39	38_59_66
Construcción	r27	F41-F43	39
Comercio al por mayor y al por menor y reparación de vehículos de motor y motocicletas	r28	G45	40
Comercio al por mayor, excepto de vehículos de motor y motocicletas	r29	G46	41
Comercio al por menor, excepto de vehículos de motor y motocicletas	r30	G47	42
Transporte terrestre y transporte por tuberías	r31	H49	44-45

Transporte de agua	<b>r32</b>	H50	47
Transporte aéreo	<b>r33</b>	H51	46
Almacenamiento y actividades de apoyo al transporte	<b>r34</b>	H52	48
Actividades postales y de mensajería	<b>r35</b>	H53	48
Actividades de alojamiento y restauración	<b>r36</b>	I55-I56	43
Actividades de edición	<b>r37</b>	J58	48
Actividades cinematográficas, de vídeo y de programas de televisión, actividades de grabación de sonido y edición musical; actividades de programación y radiodifusión	<b>r38</b>	J59-J60	48
Telecomunicaciones	<b>r39</b>	J61	48
Programación, consultoría y actividades relacionadas con la informática; actividades de servicios de información	<b>r40</b>	J62-J63	54
Actividades de servicios financieros, excepto seguros y fondos de pensiones	<b>r41</b>	K64	49
Seguros, reaseguros y fondos de pensiones, excepto seguridad social obligatoria	<b>r42</b>	K65	50
Actividades auxiliares a los servicios financieros y a las actividades de seguros	<b>r43</b>	K66	51
Actividades inmobiliarias	<b>r44</b>	L68	52
Actividades jurídicas y de contabilidad; actividades de las sedes sociales; actividades de asesoramiento en materia de gestión	<b>r45</b>	M69-M70	56
Actividades de arquitectura e ingeniería; pruebas y análisis técnicos	<b>r46</b>	M71	56
Investigación y desarrollo científico	<b>r47</b>	M72	56
Publicidad y estudios de mercado	<b>r48</b>	M73	56
Otras actividades profesionales, científicas y técnicas; actividades veterinarias	<b>r49</b>	M74-M75	56
Actividades administrativas y de servicios de apoyo	<b>r50</b>	N77-N82	53_56
Administración pública y defensa; seguridad social obligatoria	<b>r51</b>	O84	63
Educación	<b>r52</b>	P85	57_64
Actividades de salud humana y trabajo social	<b>r53</b>	Q86-Q88	65
Otras actividades de servicio	<b>r54</b>	R90-S96	67_61_62
Actividades de los hogares como empleadores; actividades indiferenciadas de producción de bienes y servicios de los hogares para uso propio	<b>r55</b>	T97-T98	68
Actividades de organizaciones y organismos extraterritoriales	<b>r56</b>	U99	

**Tabla A2. Proporciones de las inversiones en eólica**

<b>Actividades Económicas</b>	<b>WIOD</b>	<b>Este Trabajo</b>	<b>Garret-Peltier</b>
Producción de cultivos y animales, caza y actividades de servicios relacionados	r1		
Silvicultura y explotación forestal	r2		
Pesca y acuicultura	r3		
Explotación de minas y canteras	r4		
Fabricación de productos alimenticios, bebidas y productos del tabaco	r5		
Fabricación de textiles, prendas de vestir y productos de cuero	r6	0,001145125	
Fabricación de madera y productos de madera y corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de paja y materiales trenzables	r7		0,03
Fabricación de papel y productos de papel	r8		
Impresión y reproducción de soportes grabados	r9		
Fabricación de coque y productos petrolíferos refinados	r10		
Fabricación de sustancias químicas y productos químicos	r11	0,179327254	
Fabricación de productos farmacéuticos básicos y preparados farmacéuticos	r12	0,000260963	
Fabricación de productos de caucho y plástico	r13		
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	r14	0,024351283	
Fabricación de metales básicos	r15	0,183072647	
Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	r16	0,23978723	0,16
Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	r17	0,00376497	
Fabricación de material eléctrico	r18	0,210064952	0,15
Fabricación de maquinaria y equipo n.c.o.p.	r19	0,000579003	
Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques	r20		
Fabricación de otros material de transporte	r21		0,37
Fabricación de muebles; otras manufacturas	r22		
Reparación e instalación de maquinaria y equipos	r23		
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	r24	0,000387979	
Recogida, tratamiento y suministro de agua	r25		
Alcantarillado; actividades de recogida, tratamiento y eliminación de residuos; recuperación de materiales; actividades de saneamiento y otros servicios de gestión de residuos	r26	0,00392372	
Construcción	r27	0,065701338	0,2
Comercio al por mayor y al por menor y reparación de vehículos de motor y motocicletas	r28		
Comercio al por mayor, excepto de vehículos de motor y motocicletas	r29		
Comercio al por menor, excepto de vehículos de motor y motocicletas	r30		
Transporte terrestre y transporte por tuberías	r31	0,081777368	
Transporte de agua	r32		0,03

Transporte aéreo	<b>r33</b>	
Almacenamiento y actividades de apoyo al transporte	<b>r34</b>	
Actividades postales y de mensajería	<b>r35</b>	
Actividades de alojamiento y restauración	<b>r36</b>	
Actividades de edición	<b>r37</b>	
Actividades cinematográficas, de vídeo y de programas de televisión, actividades de grabación de sonido y edición musical; actividades de programación y radiodifusión	<b>r38</b>	
Telecomunicaciones	<b>r39</b>	
Programación, consultoría y actividades relacionadas con la informática; actividades de servicios de información	<b>r40</b>	0,03
Actividades de servicios financieros, excepto seguros y fondos de pensiones	<b>r41</b>	
Seguros, reaseguros y fondos de pensiones, excepto seguridad social obligatoria	<b>r42</b>	
Actividades auxiliares a los servicios financieros y a las actividades de seguros	<b>r43</b>	
Actividades inmobiliarias	<b>r44</b>	
Actividades jurídicas y de contabilidad; actividades de las sedes sociales; actividades de asesoramiento en materia de gestión	<b>r45</b>	0,01 0,000339468
Actividades de arquitectura e ingeniería; pruebas y análisis técnicos	<b>r46</b>	0,002475959
Investigación y desarrollo científico	<b>r47</b>	
Publicidad y estudios de mercado	<b>r48</b>	
Otras actividades profesionales, científicas y técnicas; actividades veterinarias	<b>r49</b>	0,000590639
Actividades administrativas y de servicios de apoyo	<b>r50</b>	0,002450103
Administración pública y defensa; seguridad social obligatoria	<b>r51</b>	0,02
Educación	<b>r52</b>	
Actividades de salud humana y trabajo social	<b>r53</b>	
Otras actividades de servicio	<b>r54</b>	
Actividades de los hogares como empleadores; actividades indiferenciadas de producción de bienes y servicios de los hogares para uso propio	<b>r55</b>	
Actividades de organizaciones y organismos extraterritoriales	<b>r56</b>	