



**UNIVERSIDAD DE BURGOS**

## **TESIS DOCTORAL**

---

**Análisis de los impactos socioeconómicos de las energías eólica y solar fotovoltaica en Europa**

**Analysis of socio-economic impacts of wind and solar photovoltaic energies in Europe**

---

**Margarita Ortega Izquierdo**

---

**Directores:  
Dr. Pablo Del Río González  
Dr. Eduardo Montero García**

---

**2016**





UNIVERSIDAD DE BURGOS

PROGRAMA DE DOCTORADO  
**INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL**

**TESIS DOCTORAL**

**ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS  
SOCIOECONÓMICOS DE LAS ENERGÍAS  
EÓLICA Y SOLAR FOTOVOLTAICA EN EUROPA**

***ANALYSIS OF SOCIO-ECONOMIC IMPACTS  
OF WIND AND SOLAR PHOTOVOLTAIC  
ENERGIES IN EUROPE***

*Doctoranda: Margarita Ortega Izquierdo*

*Director: Dr. Pablo del Río González*

*Co-director: Dr. Eduardo A. Montero García*

**2016**



*A mis padres y a Ángel*



*Fue el tiempo que pasaste con tu rosa  
lo que la hizo tan importante para ti*

El principito  
Antoine de Saint-Exupéry



# AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no sólo es mío, también es parte de todas las personas que durante estos años me han acompañado, haciendo posible que hoy pueda cumplir una de las metas que me propuse hace mucho tiempo.

En primer lugar quiero agradecer a Pablo del Río, investigador del CSIC y director de esta tesis doctoral, su labor al frente de la misma. Supongo que ninguno de los dos éramos conscientes en julio de 2011, cuando nos conocimos, de lo que esto iba a significar. A lo largo de estos años he aprendido mucho de él y me ha demostrado que es un gran profesional, además de una gran persona. Ha conseguido motivarme e ilusionarme, convirtiendo este trabajo en una actividad estimulante y gratificante para mí y espero que nuestra colaboración continúe por mucho tiempo. También quiero expresar mi agradecimiento a Eduardo Montero, profesor de la Universidad de Burgos y-co-director de esta tesis, que ha facilitado en todo momento el desarrollo de la misma, aportando sus conocimientos y animándome siempre a cumplir mis objetivos. No puedo dejar de mencionar a Ignacio Fontaneda, profesor de la Universidad de Burgos, a quién debo agradecer su ayuda y su apoyo incondicional.

El hecho de que este trabajo verse sobre energías renovables no es un hecho casual. Toda mi carrera profesional ha estado dedicada a este campo, que me apasiona. Mi experiencia profesional ha sido decisiva en el desarrollo de este trabajo, tanto en mis inicios en la Agencia Provincial de la Energía de Burgos, como posteriormente en el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Quiero agradecer a mis compañeros durante estos años todo lo que de ellos he aprendido, así como su cariño, comprensión y ánimos durante el desarrollo de este trabajo. En especial, quiero mostrar mi gratitud a los miembros de los Departamentos de Planificación y Estudios y Energía Solar de IDAE, de los cuales he tenido la suerte de formar parte. No puedo olvidar a mi grupo de amigos de IDAE, con los que tantos desayunos, charlas y risas he compartido y a los que me une una verdadera amistad, más allá de la relación meramente profesional.

Gracias al convenio suscrito entre el IDAE y el Centro de Investigación Común (JRC) de la Comisión Europea, fue posible realizar en 2014 una estancia doctoral en el Instituto de Energía y Transporte de Petten (Países Bajos). Desde aquí quiero expresar mi agradecimiento a todas las personas que contribuyeron a que este acuerdo llegara a término, tanto en el IDAE como en el JRC. Muchas gracias a todos los miembros de la Unidad de Evaluación de Sistemas Energéticos,

que hicieron que durante mi estancia me sintiera como en casa. Los meses que pasé en Petten, supusieron para mí un enriquecimiento, no sólo a nivel profesional, sino también personal. De esa estancia, me quedan sólo buenos recuerdos y buenos amigos a los que no podré dejar de agradecer nunca su ayuda y su amabilidad, puesto que hicieron que me sintiera en todo momento como una más.

Gracias a Miguel Ángel Velasco por cederme las fotos de Arroyal que ilustran esta tesis doctoral.

Gracias a mis amigos, en Arroyal, Burgos y Madrid, por estar siempre ahí y por entender que este trabajo me ha llevado mucho esfuerzo, por lo que a veces no he podido compartir tanto tiempo como me hubiera gustado con ellos.

Gracias Ángel. Todo esto no hubiera sido posible sin ti. Tú me animaste a comenzar este trabajo y durante estos años has sabido contagiarme tu ilusión por la investigación. Me has acompañado en esta aventura, como en otras muchas, apoyándome y alentándome a seguir hacia delante en todo momento. Tu ayuda y consejos han sido importantes a lo largo de toda la tesis, pero aún más en la recta final de la misma. Gracias por todo, en especial, por tu cariño y por estar siempre a mi lado.

Finalmente, quiero agradecer a mi familia, especialmente a mis padres y a mi abuela, el apoyo y comprensión que siempre me han brindado en todo lo que emprendo. Son los pilares fundamentales de mi vida y todos los logros que he alcanzado se los debo a ellos.

En definitiva, dedico este trabajo a todos los que me animasteis a intentarlo, confiasteis en mí y habéis estado a mi lado estos años.

**¡Gracias, todo esto no hubiera sido posible sin vosotros!**

# RESUMEN

El cambio hacia un nuevo modelo energético, más respetuoso con el medio ambiente y menos dependiente del exterior, es una realidad en la Unión Europea (UE). Las energías renovables juegan un papel protagonista en esta transformación, como demuestra el notable desarrollo de estas tecnologías, especialmente eólica y solar fotovoltaica, en la mayoría de los Estados miembros.

En los últimos años, los impactos socioeconómicos asociados a las energías renovables han sido objeto de un intenso debate. Sin embargo, la mayoría de estudios se ha centrado en un único impacto y aquellos que han analizado varios, por lo general, no distinguen entre tecnologías ni Estados miembros. Esta investigación pretende llenar este vacío y cuantificar cuatro de los principales impactos socioeconómicos atribuibles a las tecnologías eólica y solar fotovoltaica en los Estados miembros de la UE en el período 2008-2013.

En este trabajo, se analizan los costes del apoyo público a estas tecnologías, así como los beneficios asociados a las mismas. Los beneficios debidos a la reducción de emisiones y al ahorro de combustibles fósiles se calculan en base a una robusta metodología adaptada para tal fin y basada en una herramienta validada en el ámbito internacional. Por otra parte, para el cálculo de la generación bruta de empleo se ha diseñado una innovadora metodología, basada en la aplicación de factores dinámicos de empleo, cuya principal novedad es que considera la capacidad productora de cada país y las curvas de aprendizaje. Los resultados obtenidos con ambas metodologías coinciden con los aportados por otros autores y reflejan la importancia del desarrollo de ambas tecnologías en la UE en términos de costes y beneficios.

La principal aportación de esta tesis es el diseño de ambas metodologías, de sencilla aplicación, basadas en datos públicos y fácilmente replicables en cualquier ámbito temporal y geográfico. Ambas pueden servir como instrumento para analizar los posibles impactos de planes de inversión y diseñar futuras políticas energéticas.



# ABSTRACT

A paradigm shift to a sustainable development model, more environmentally friendly and less dependent on foreign energy, has since long featured prominently in the European policy agenda. Renewable energies play an important role in this energy transformation, according to the significant development of these technologies, mainly wind and photovoltaics, in most European Union (EU) Member States.

In the last years, many articles in the specialised economic press have debated about the socio-economic impacts related to renewable energies. Many of these studies are focused on a unique impact, and those focused on several impacts do not distinguish by technologies and Member States. The aim of this paper is to close this gap and quantify some of the main socio-economic impacts attributed to the deployment of wind and photovoltaic technologies in the Member States during a six-year period (2008-2013).

This research considers the costs of supporting electricity from both technologies, but also the benefits of so doing. On the one hand, the economic benefits in terms of CO<sub>2</sub> emissions reductions and fossil fuels substitution are calculated on a basis of a robust methodology, adapted to this purpose from an internationally validated tool. On the other hand, the effects on employment due to the deployment of both technologies have been calculated by means of an innovative methodology, which considers the existing industry structure of each Member State, and distinguishes between importing and exporting countries by using trade data. Furthermore, the effects of technology learning curves on the employment factors are also included. The results obtained with both methodologies are similar to the conclusions from the existing literature on those topics and reveal the importance of the development of the analysed technologies in the EU in terms of costs and benefits.

The main contribution of this PhD thesis is the design of both methodologies, which are simple to apply, based on public data and easily replicable in any temporal or geographic scope. Both can provide a useful input to the conception, implementation and monitoring of future policies targeting to support the deployment of renewable energy technologies.



## ACRÓNIMOS / ACRONYMS

**AF:** Ayudas a la financiación

**AI:** Ayudas a la inversión

**AIE:** Agencia Internacional de la Energía

**BF:** Beneficios fiscales

**BM:** *Building margin* - Margen de construcción

**BN:** Balance neto

**CAPEX:** *Capital Expenditures*

**CMNUCC:** Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

**CEER:** *Concil of European Energy Regulators* – Consejo Europeo de Reguladores Energéticos

**CIF:** *Cost Insurance and Freight*

**CM:** *Combined margin* - Margen combinado

**CSC:** Coste Social del Carbono

**CVN:** Certificados verdes negociados

**EEA:** *European Environment Agency* – Agencia Europea del Medio Ambiente.

**EOL:** Energía eólica

**EM:** Estado miembro

**EPIA:** *European Photovoltaics Industry Association* – Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica

**EU:** *European Union*

**EU ETS:** *European Union Emission Trade System* – Sistema Europeo de Comercio de Emisiones

**EWEA:** *European Wind Energy Association* – Asociación Europea de Energía Eólica

**FE:** Factor de empleo

**FIP:** *Feed-in premium* – Primas reguladas

**FIT:** *Feed-in tariff* – Tarifas reguladas

**FOB:** *Free on Board*

**FMI:** Fondo Monetario Internacional

**FV:** Energía solar fotovoltaica

**GEI:** Gases de efecto invernadero

**IDAE:** Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (España)

**I-O:** *Input-Output*

**IPC:** Índice de Precios al Consumo

**IRENA:** *International Renewable Energy Agency* – Agencia Internacional de las Energías Renovables

**JRC:** *Joint Research Centre European Commission* – Centro de Investigación Común de la Comisión Europea

**LCOE:** *Levelised Cost of Energy* – Costes nivelados de la energía

**MDL:** Mecanismos de Desarrollo Limpio

**MINETUR:** Ministerio de Industria, Energía y Turismo de España

**MITyC:** Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de España

**NREL:** *National Renewable Energy Laboratory* – Laboratorio Nacional de Energías Renovables de Estados Unidos

**OCDE:** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

**OM:** *Operating margin* - Margen operativo

**OPEX:** *Operation Expenditures*

**OyM:** Operación y mantenimiento

**PIB:** Producto Interior Bruto

**PICC:** Panel Intergubernamental de Cambio Climático

**PNUMA:** Programa de Naciones Unidas para el Medioambiente

**RCE:** Reducciones certificadas de emisiones

**UCA:** Unidades de cantidad atribuida

**UDA:** Unidades de absorción

**UNFCCC:** United Nations Framework Convention on Climatic Change

**URE:** Unidades de reducción de emisiones

**SB:** Sistema de subastas

**UE:** Unión Europea

#### ABREVIATURAS DE LOS ESTADOS MIEMBROS

<b>AT:</b>	Austria	<b>IE:</b>	Irlanda
<b>BE:</b>	Bélgica	<b>IT:</b>	Italia
<b>BG:</b>	Bulgaria	<b>LT:</b>	Lituania
<b>CY:</b>	Chipre	<b>LU:</b>	Luxemburgo
<b>CZ:</b>	República Checa	<b>LV:</b>	Letonia
<b>DE:</b>	Alemania	<b>MT:</b>	Malta
<b>DK:</b>	Dinamarca	<b>NL:</b>	Países Bajos
<b>EE:</b>	Estonia	<b>PL:</b>	Polonia
<b>EL:</b>	Grecia	<b>PT:</b>	Portugal
<b>ES:</b>	España	<b>RO:</b>	Rumanía
<b>FI:</b>	Finlandia	<b>SE:</b>	Suecia
<b>FR:</b>	Francia	<b>SI:</b>	Eslovenia
<b>HR:</b>	Croacia	<b>SK:</b>	Eslovaquia
<b>HU:</b>	Hungría	<b>UK:</b>	Reino Unido



---

# ÍNDICE GENERAL

1.	Introducción.....	27
1.1	Antecedentes .....	27
1.2	Motivación e interés de esta investigación.....	29
1.3	Objetivos .....	30
1.4	Estructura de la tesis.....	31
1.5	Referencias bibliográficas .....	32
2.	Contexto energético actual .....	37
2.1	Descripción de las tecnologías renovables .....	37
2.1.1	Energía hidráulica .....	38
2.1.2	Energía eólica .....	38
2.1.3	Energía solar fotovoltaica.....	39
2.1.4	Energía solar termoeléctrica .....	39
2.1.5	Energía geotérmica .....	40
2.1.6	Energía marina .....	40
2.1.7	Energía de la biomasa .....	40
2.1.8	Energía del biogás .....	41
2.1.9	Energía de los residuos.....	41
2.2	Análisis de los costes de generación .....	42
2.3	Situación energética actual.....	44
2.3.1	Energía eólica .....	47
2.3.2	Energía solar fotovoltaica.....	50
2.4	Situación política .....	52
2.5	Referencias bibliográficas .....	55
3.	Impactos económicos debidos a las políticas de apoyo público .....	61
3.1	Introducción .....	61
3.2	Justificación del apoyo a las energías renovables.....	61
3.3	Los sistemas de apoyo a las energías renovables en Europa.....	63

3.3.1	Tipología de sistemas de apoyo a las energías renovables.....	63
3.3.2	Implantación de los sistemas de apoyo en los Estados miembros .....	66
3.4	Análisis de los costes del apoyo a las energías renovables en la UE .....	74
3.4.1	Revisión de la bibliografía existente.....	74
3.4.2	Determinación de los costes del apoyo en la EU .....	76
3.5	Conclusiones .....	81
3.6	Referencias bibliográficas .....	82
4.	Impactos económicos debido a la reducción de emisiones y al ahorro de combustible .....	89
4.1	Introducción .....	89
4.2	Metodología.....	91
4.2.1	Antecedentes .....	91
4.2.2	Herramienta para el cálculo de factores de emisión en un sistema eléctrico .....	93
4.2.3	Adaptación metodológica .....	99
4.2.3.1	Identificación de las fuentes de energía del sistema eléctrico .....	100
4.2.3.2	Elección del enfoque a aplicar. Definición de escenarios .....	100
4.2.3.3	Conversión de energía final en energía primaria .....	102
4.2.4	Cálculo de los ahorros económicos.....	106
4.2.4.1	Cálculo del ahorro de combustibles fósiles e importaciones.....	106
4.2.4.2	Cálculo de los ahorros por la reducción de emisiones.....	114
4.3	Resultados.....	119
4.3.1	Ahorros por la reducción de combustibles fósiles .....	119
4.3.2	Ahorros vinculados a las emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas .....	123
4.4	Discusión .....	125
4.4.1	Análisis de los ahorros por la reducción del uso de combustibles fósiles .....	125
4.4.2	Análisis de los ahorros por las emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas .....	126
4.4.3	Comparación con estudios similares.....	127
4.5	Conclusiones .....	129
4.6	Referencias bibliográficas .....	130
5.	Impactos sobre el empleo .....	137
5.1	Introducción.....	137

---

5.2 Revisión bibliográfica .....	139
5.2.1 Clasificación de los empleos.....	139
5.2.2 Métodos empleados para la cuantificación de empleos .....	139
5.2.3 Análisis de estudios de empleos globales publicados.....	141
5.3 Metodología.....	143
5.3.1 Factores de empleo (FE).....	145
5.3.2 Curvas de aprendizaje .....	147
5.3.3 Potencia a la que aplicar los factores de empleo.....	150
5.3.4 Validación de la metodología.....	159
5.4 Resultados.....	160
5.4.1 Energía eólica terrestre.....	160
5.4.1.1 Empleos generados por tipo de empleo .....	160
5.4.1.2 Empleos generados por actividad .....	161
5.4.1.3 Empleos generados en cada Estado miembro .....	162
5.4.2 Energía eólica marina.....	164
5.4.2.1 Empleos generados por tipo de empleo .....	164
5.4.2.2 Empleos generados por actividad .....	165
5.4.2.3 Empleos generados por Estado miembro .....	165
5.4.3 Energía solar fotovoltaica.....	166
5.4.3.1 Empleos generados por tipo de empleo .....	166
5.4.3.2 Empleos generados por actividad .....	167
5.4.3.3 Empleos generados por Estado miembro .....	168
5.5 Validación de los resultados.....	169
5.5.1 Energía eólica (marina y terrestre).....	169
5.5.2 Energía solar fotovoltaica.....	172
5.6 Conclusiones .....	174
5.7 Referencias bibliográficas .....	176
6. Conclusiones generales y líneas futuras de trabajo .....	185
6.1 Conclusiones generales.....	185
6.2 Aportaciones de este trabajo.....	188
6.3 Líneas futuras de trabajo .....	189

General conclusions and future research lines .....	191
General conclusions .....	191
Contributions to knowledge of this research.....	194
Future research .....	195
7. Producción científica/Scientific production .....	197

## ANEXOS

I Potencia anual instalada y acumulada por Estado miembro .....	200
II Producción eléctrica neta e importaciones de electricidad por Estado miembro .....	206
III Ahorro de combustibles fósiles e importaciones por Estado miembro .....	220
IV Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> y ahorro asociado por Estado miembro .....	228
V Potencia fabricada por tecnología, componente y Estado miembro.....	234
VI Empleos brutos creados por Estado miembro .....	240

El contenido de esta tesis doctoral es fruto del trabajo personal y académico de Margarita Ortega Izquierdo dentro del programa de doctorado *Ingeniería Civil e Industrial* de la Universidad de Burgos. Las opiniones expresadas en la misma son de la propia autora y no de la institución a la que está vinculada laboralmente.

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Clasificación de los impactos socioeconómicos de las energías renovables.....	28
Figura 2.1. Comparativa de los costes de generación de diversas tecnologías (2014). .....	42
Figura 2.2. Comparativa de los costes de generación de las energías renovables (2010-2014)....	43
Figura 2.3. Evolución de la producción eléctrica neta en la UE (2000-2013). .....	44
Figura 2.4. Evolución del <i>mix</i> eléctrico en los Estados miembros de la UE (2003-2013). .....	46
Figura 2.5. Evolución de la potencia eólica terrestre instalada y acumulada en la UE (2008-13).	48
Figura 2.6. Evolución de la potencia eólica marina instalada y acumulada en la UE (2008-13). ...	48
Figura 2.7. Evolución de la potencia solar fotovoltaica instalada y acumulada en Europa (2008-2013). .....	51
Figura 2.8. Objetivos renovables por Estado miembro para 2020. ....	53
Figura 3.1. Evolución de los sistemas de apoyo a las renovables en la UE (1997-2014). .....	67
Figura 3.2. Evolución de los apoyos totales y unitarios a la energía eólica en la UE (2009-2013).	78
Figura 3.3. Evolución de los apoyos totales y unitarios a la energía solar fotovoltaica en la UE (2009-2013). .....	79
Figura 4.1. Etapas propuestas para la aplicación de la metodología para el cálculo de la reducción de emisiones y consumo de combustibles fósiles. ....	98
Figura 4.2. Precios de los combustibles fósiles (€/MWh <sub>primaria</sub> ) (2000-2013) .....	110
Figura 4.3. Ahorro energético por la reducción del uso de combustibles fósiles y ahorro económico asociado en el escenario 1 (2008-2013). .....	119
Figura 4.4. Ahorro energético por la reducción del uso de combustibles fósiles y ahorro económico asociado en el escenario 2 (2008-2013). .....	120
Figura 4.5. Ahorro energético por la reducción del uso de combustibles fósiles y ahorro económico asociado en el escenario 3 (2008-2013). .....	120
Figura 4.6. Ahorro económico por la reducción de importaciones de combustibles fósiles en los tres escenarios considerados (2008-2013). .....	122

Figura 4.7. Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> y ahorro económico asociado en el escenario 1 (2008-2013).....	123
Figura 4.8. Reducción de las emisiones de CO <sub>2</sub> y ahorro económico asociado en el escenario 2 (2008-2013). .....	124
Figura 4.9. Reducción de las emisiones de CO <sub>2</sub> y ahorro económico asociado en el escenario 3 (2008-2013). .....	124
Figura 5.1 Métodos de cálculo utilizados para la cuantificación de empleos.....	141
Figura 5.2. Representación gráfica de la metodología seguida para el cálculo de empleos.....	144
Figura 5.3. Evolución dinámica de los factores de empleo utilizados para calcular los empleos directos para las tecnologías y actividades consideradas (2008-2014). .....	149
Figura 5.4. Evolución dinámica de los factores de empleo utilizados para calcular los empleos indirectos para las tecnologías y actividades consideradas (2008-2014). .....	150
Figura 5.5. Representación gráfica de la Ecuación 5.6.....	155
Figura 5.6. Energía eólica terrestre. Evolución del empleo directo e indirecto y de la potencia acumulada e instalada (2008-2013).....	161
Figura 5.7. Energía eólica marina. Evolución del empleo directo e indirecto y de la potencia acumulada e instalada (2008-2013).....	164
Figura 5.8. Energía solar fotovoltaica. Evolución del empleo directo e indirecto y de la potencia acumulada e instalada (2008-2013).....	166

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Clasificación de los sistemas de apoyo regulatorios.....	64
Tabla 3.2. Instrumentos de apoyo en los Estados miembros. Energías eólica y fotovoltaica (2009-2013).....	68
Tabla 3.3. Características principales de los mecanismos de apoyo.....	76
Tabla 3.4. Apoyo total y unitario recibido por la energía eólica en los Estados miembros (2009-2013).....	78
Tabla 3.5. Apoyo total y unitario recibido por la energía solar fotovoltaica en los Estados miembros (2009-2013).....	79
Tabla 4.1. Rendimientos considerados para las distintas fuentes de energía. ....	103
Tabla 4.2. Factores de conversión de energía final en energía primaria (2008-2013).....	105
Tabla 4.3. Precios de combustibles fósiles y electricidad importada en la UE (2008-2013).....	109
Tabla 4.4. Precio medio de la energía primaria (€/MWh <sub>primaria</sub> ) en la UE (2008-2013). ....	111
Tabla 4.5. Dependencia energética (%) de la UE (2008-2013).....	112
Tabla 4.6. Precio de la energía primaria importada (€/MWh) en la UE (2008-2013). ....	113
Tabla 4.7. Factores de emisión y oxidación utilizados. ....	115
Tabla 4.8. Factores de emisión de CO <sub>2</sub> para los tres escenarios considerados (tCO <sub>2</sub> /MWh <sub>final</sub> ) (2008-2013).....	116
Tabla 4.9. Coste social del carbono (CSC) de acuerdo al análisis de ToI (2012).....	117
Tabla 4.10. Precio del CO <sub>2</sub> en el mercado europeo de derechos de emisión (2008-2013).....	117
Tabla 4.11. Comparación de los datos de ahorros por la reducción del uso combustibles fósiles en Alemania con los datos de otros estudios.....	127
Tabla 4.12. Comparación de los datos de ahorros de importaciones de combustibles fósiles en la UE con los datos de otros estudios. ....	128
Tabla 5.1. Componentes considerados para las tecnologías analizadas.....	143
Tabla 5.2. Factores de empleo directo para las tecnologías eólica y solar fotovoltaica. ....	146

Tabla 5.3. Factores de empleo utilizados en el presente estudio.....	147
Tabla 5.4. Códigos numéricos utilizados para ambas tecnologías. Base de datos COMEXT.....	153
Tabla 5.5. Códigos numéricos utilizados para ambas tecnologías. Base de datos PRODCOM. ...	156
Tabla 5.6. Comparativa entre los empleos totales asociados a la energía eólica (terrestre y marina) publicados por Euroserv'er y los estimados en este trabajo.....	170
Tabla 5.7. Comparativa de los resultados sobre empleo obtenidos para la energía eólica con otros estudios.....	171
Tabla 5.8. Comparativa entre los empleos totales asociados a la solar fotovoltaica publicados por Euroserv'er y los estimados en este trabajo. ....	172
Tabla 5.9. Comparativa de los resultados sobre empleo obtenidos para la energía solar fotovoltaica con otros estudios.....	173
Tabla I.1. Energía eólica terrestre: potencia acumulada ( $P_{Ac}$ ) y potencia instalada ( $P_i$ ) por Estado miembro (2008-2014). ....	201
Tabla I.2. Energía eólica marina: potencia acumulada ( $P_{Ac}$ ) y potencia instalada ( $P_i$ ) por Estado miembro (2008-2014). ....	202
Tabla I.3. Energía fotovoltaica: potencia acumulada ( $P_{Ac}$ ) y potencia instalada ( $P_i$ ) por Estado miembro (2008-2013). ....	203
Tabla II. 1. Producción eléctrica neta por Estado miembro en 2008 (GWh).....	207
Tabla II. 2. Producción eléctrica neta por Estado miembro en 2009 (GWh).....	208
Tabla II.3. Producción eléctrica neta por Estado miembro en 2010 (GWh).....	209
Tabla II.4. Producción eléctrica neta por Estado miembro en 2011 (GWh).....	210
Tabla II.5. Producción eléctrica neta por Estado miembro en 2012 (GWh).....	211
Tabla II.6. Producción eléctrica neta por Estado miembro en 2013 (GWh).....	212
Tabla II.7. Importaciones eléctricas por Estado miembro en 2008 (TWh).....	213
Tabla II.8. Importaciones eléctricas por Estado miembro en 2009 (TWh).....	214
Tabla II.9. Importaciones eléctricas por Estado miembro en 2010 (TWh).....	215

---

Tabla II.10. Importaciones eléctricas por Estado miembro en 2011 (TWh).....	216
Tabla II.11. Importaciones eléctricas por Estado miembro en 2012 (TWh).....	217
Tabla II.12. Importaciones eléctricas por Estado miembro en 2013 (TWh).....	218
Tabla III.1. Ahorro energético por Estado miembro (TWh). Energía eólica (2008-2013).....	221
Tabla III.2. Ahorro energético por Estado miembro (TWh). Energía fotovoltaica (2008-2013)...	222
Tabla III.3. Impacto económico por el ahorro de combustibles fósiles en cada Estado miembro (millones de euros). Energía eólica (2008-2013).....	223
Tabla III.4. Impacto económico por el ahorro de combustibles fósiles en cada Estado miembro (millones de euros). Energía solar fotovoltaica (2008-2013). ....	224
Tabla III. 5. Impacto económico por la reducción de importaciones en cada Estado miembro (millones de euros). Energía eólica (2008-2013).....	225
Tabla III. 6. Impacto económico por la reducción de importaciones en cada Estado miembro (millones de euros). Energía solar fotovoltaica (2008-2013). ....	226
Tabla IV.1. Reducción de emisiones por Estado miembro (MtCO <sub>2</sub> ). Energía eólica (2008-2013).229	
Tabla IV.2. Reducción de emisiones por Estado miembro (MtCO <sub>2</sub> ). Energía solar fotovoltaica (2008-2013). ....	230
Tabla IV.3. Impacto económico por la reducción de emisiones por Estado miembro (millones de euros). Energía eólica (2008-2013). ....	231
Tabla IV.4. Impacto económico por la reducción de emisiones por Estado miembro (millones de euros). Energía solar fotovoltaica (2008-2013).....	232
Tabla V.1. Potencia fabricada por Estado miembro (MW). Eólica terrestre. ....	235
Tabla V.2. Potencia fabricada por componente y Estado miembro (MW). Eólica marina.....	236
Tabla V.3. Potencia fabricada por Estado miembro (MW). Solar fotovoltaica: paneles solares. 237	
Tabla V.4. Potencia fabricada por Estado miembro (MW). Solar fotovoltaica: inversores.....	238

Tabla VI.1. Empleos directos por actividad y Estado miembro. Eólica terrestre (2008-2013).....	241
Tabla VI.2. Empleos indirectos por actividad y Estado miembro. Eólica terrestre(2008-2013). .	242
Tabla VI.3. Empleos totales por actividad y Estado miembro. Eólica terrestre (2008-2013). ....	243
Tabla VI.4. Empleos directos por actividad y Estado miembro. Eólica marina (2008-2013). .....	244
Tabla VI.5. Empleos indirectos por actividad y Estado miembro. Eólica marina (2008-2013).....	245
Tabla VI.6. Empleos totales por actividad y Estado miembro. Eólica marina (2008-2013). .....	246
Tabla VI.7. Empleos directos en fabricación por componente y Estado miembro. Eólica marina (2008-2013). .....	247
Tabla VI.8. Empleos indirectos en fabricación por componente y Estado miembro. Eólica marina (2008-2013). .....	248
Tabla VI. 9. Empleos totales en fabricación por componente y Estado miembro. Eólica marina (2008-2013). .....	249
Tabla VI.10. Empleos directos por actividad y Estado miembro. Fotovoltaica (2008-2013). ....	250
Tabla VI.11. Empleos indirectos por actividad y Estado miembro. Fotovoltaica (2008-2013). ...	251
Tabla VI.12. Empleos totales por actividad y Estado miembro. Fotovoltaica (2008-2013). .....	252
Tabla VI.13. Empleos directos en fabricación de equipos por componente y Estado miembro. Fotovoltaica (2008-2013). .....	253
Tabla VI.14. Empleos indirectos en fabricación de equipos por componente y Estado miembro. Fotovoltaica (2008-2013). .....	254
Tabla VI.15. Empleos totales en fabricación de equipos por componente y Estado miembro. Fotovoltaica (2008-2013). .....	255

# Capítulo 1

---

## INTRODUCCIÓN

---



## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes .....	27
1.2 Motivación e interés de esta investigación .....	29
1.3 Objetivos .....	30
1.4 Estructura de la tesis.....	31
1.5 Referencias bibliográficas .....	32

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 ANTECEDENTES

El sector energético global vive un período de rápida transformación y es incuestionable que se requiere un cambio de política energética si se busca minimizar los efectos del cambio climático y disminuir la dependencia energética. Las energías renovables se postulan como las candidatas idóneas para este cambio global contribuyendo a la reducción de emisiones, al incremento de la seguridad energética y a la generación de riqueza.

En Europa, el desarrollo de las energías renovables no hubiera sido posible sin la decidida apuesta de la Comisión Europea. Esta postura se hace patente en las Directivas 2001/77/CE (Comisión Europea, 2001) y 2009/28/CE (Comisión Europea, 2009), en el Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea (Comisión Europea, 2012) o en la reciente comunicación "*Un marco político para la energía y cambio climático desde 2020 a 2030*" (Comisión Europea, 2014a). Sin embargo, las energías renovables no están exentas de polémica. Algunos autores consideran que sus costes son excesivos y que causan impactos negativos en la economía, como por ejemplo Frondel *et al.* (2010) y Böhringer *et al.* (2013).

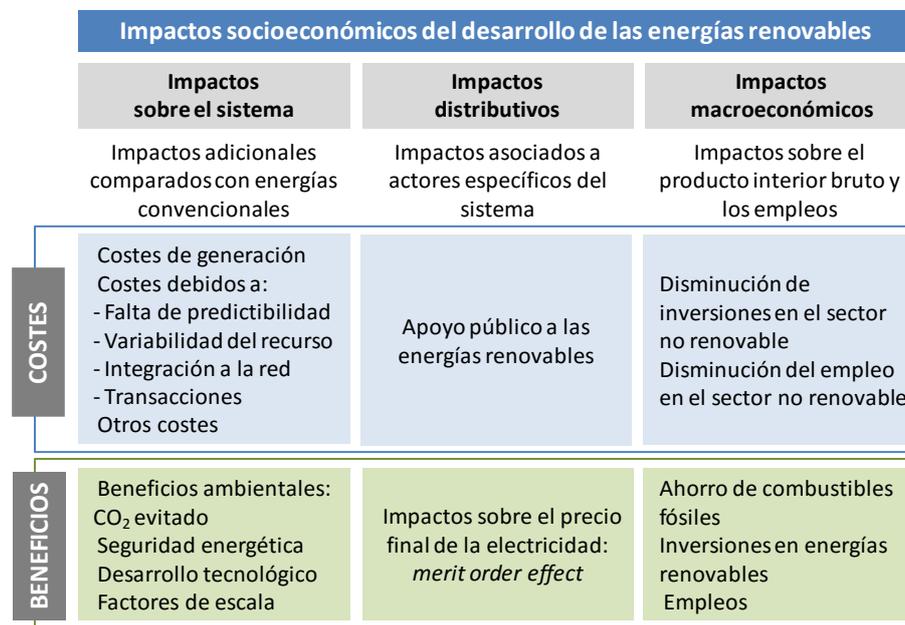
De acuerdo con la propuesta de Breitschopf y Held (2014) los impactos socioeconómicos pueden clasificarse en tres grupos (Figura 1.1):

- Impactos adicionales relacionados con el sistema: son los impactos asociados a las energías renovables que difieren de los específicos de un sistema convencional. Se incluyen los sobrecostes en la generación, los costes de integración a la red, los beneficios por el ahorro de emisiones, la aplicación de factores de escala, la innovación tecnológica y el aumento de la seguridad energética.
- Impactos distributivos: son aquellos que afectan a actores específicos. Se incluyen los costes del apoyo público que reciben las energías renovables y que en la mayoría de los Estados

miembros soportan los consumidores eléctricos directamente a través de sus facturas. Los beneficios considerados son los que redundan de forma indirecta en el precio de la energía<sup>1</sup>.

- **Impactos macroeconómicos:** son los que afectan a la economía de un país. Se considera el impacto de las energías renovables sobre las inversiones, el empleo y las importaciones de combustibles fósiles. Pueden contabilizarse los efectos brutos (sobre el sector renovable) o netos (sobre el conjunto de la economía).

Figura 1.1. Clasificación de los impactos socioeconómicos de las energías renovables.



Fuente: Modificado de Breitschopf y Held (2014)

La gran mayoría de los trabajos consultados se ha centrado en un único impacto de los anteriormente mencionados. Aquellos autores que han estudiado más de uno, por lo general se han limitado a analizar una única región, como es el caso de Alemania (Ej.: Lehr *et al.* 2012a; Weigt *et al.*, 2013; Lütkenhorst y Pegels, 2014).

Los impactos socioeconómicos asociados a las energías renovables han sido estudiados por numerosos autores en la última década. Existen muchos análisis de los costes de generación de las renovables, destacan los elaborados periódicamente por la Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA, 2015) y por el Laboratorio Nacional de Energía de Estados Unidos

<sup>1</sup> Las energías renovables, al tener un coste marginal cero y ser las primeras en satisfacer la demanda, contribuyen a una disminución en el precio de la energía, conocido como *merit-order-effect*.

(NREL, 2015). Otros autores, han estudiado los impactos económicos debidos a la falta de predictibilidad de las energías renovables intermitentes y concluyen en que en sistemas con baja penetración de energías renovables, estos costes son pequeños (Ej.: Gross *et al.*, 2006; Gutiérrez-Martín *et al.*, 2013; Brouwe *et al.*, 2014). Los costes derivados de las políticas energéticas han sido analizados en detalle, entre otros por Haas *et al.* (2011), Ragwitz *et al.* (2012) o Del Río y Mir-Artigues (2014). Muchos autores han investigado los efectos del *merit-order-effect*, como por ejemplo Sáenz de Miera *et al.* (2008) que centran su análisis en España o Sensfuß *et al.* (2008), Würzburg *et al.* (2013) y Tveten *et al.* (2013) que lo hacen en el mercado alemán. Los beneficios debidos a las emisiones evitadas y a la reducción de combustibles fósiles han sido tratados entre otros, por García-Redondo y Román-Collado (2014) y por la Comisión Europea (2014b). Por otro lado, organismos como Euroserv'er periódicamente publican datos sobre el empleo creado por las energías renovables (Euroserv'er, 2009-2014) y ciertos autores como Lehr *et al.* (2012b) o Blanco y Rodrigues (2009) han cuantificado, respectivamente, el empleo generado por las renovables en Alemania o por la energía eólica en Europa.

## 1.2 MOTIVACIÓN E INTERÉS DE ESTA INVESTIGACIÓN

La exhaustiva revisión bibliográfica llevada a cabo en la realización de esta tesis doctoral evidencia la existencia de las siguientes carencias en los trabajos analizados:

- La mayoría de trabajos se centra en un único impacto socioeconómico.
- Por lo general, los trabajos analizados están focalizados en los costes y no profundizan en los beneficios que conlleva el uso de energías renovables.
- Hasta nuestro conocimiento, no existen estudios europeos de los impactos socioeconómicos anuales vinculados a las energías renovables por Estado miembro y por tecnología.

La novedad y el motivo por el cual esta investigación es pionera y tiene especial relevancia es que realiza un análisis ex-post para cada Estado miembro de la Unión Europea (en adelante, UE) de cuatro impactos socioeconómicos asociados a las energías renovables. Por un lado, se cuantifican los costes que representan los apoyos públicos a las energías renovables y por otro, los beneficios asociados a las mismas debido a la reducción de emisiones, al ahorro de combustibles fósiles y a la creación bruta de empleo.

Para el análisis de los beneficios, se presentan dos innovadoras metodologías. Ambas son fruto de esta investigación y nunca antes se habían utilizado para estos fines. Sus principales

ventajas son la sencillez y la posibilidad de ser replicadas en diferentes escenarios temporales y ámbitos geográficos. Los resultados obtenidos se han cotejado con las conclusiones de otros autores mostrando, en la mayoría de los casos, mínimas desviaciones.

La metodología creada para la cuantificación económica de los ahorros debidos a la reducción de emisiones y del uso de combustibles fósiles, se basa en una herramienta utilizada y avalada por la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) para la cuantificación de emisiones evitadas en proyectos de mecanismos de desarrollo limpio (MDL), lo que confiere mayor solidez a los resultados.

Por su parte, la principal novedad de la metodología concebida para el cálculo de empleos es que considera el tejido industrial de cada país (distinguiendo entre países importadores y exportadores de tecnología) y los efectos sobre el empleo de las curvas de aprendizaje. Se obtienen datos brutos de empleo por Estado miembro, por actividad (operación y mantenimiento, instalación y fabricación) y por tipo de empleo (directo e indirecto).

La investigación se centra en las tecnologías eólica y solar fotovoltaica por ser las que han tenido un papel más relevante en la UE en los últimos años y por las perspectivas futuras a nivel mundial que se prevén para las mismas, tal como pone de manifiesto la Agencia Internacional de la Energía (AIE, 2014). El período temporal considerado abarca seis años, desde 2008 a 2013.

No se pretende hacer un análisis coste-beneficio de ambas tecnologías, sino únicamente cuantificar los cuatro impactos socioeconómicos anteriormente mencionados, conscientes de que no pueden ser comparados entre sí puesto que los niveles en los que se registran los impactos, así como los agentes que se ven afectados por los mismos, son diferentes.

## 1.3 OBJETIVOS

Los principales objetivos que pretende alcanzar esta tesis doctoral son:

- Caracterizar las políticas de apoyo a las energías renovables existentes en la UE y cuantificar los costes asociados a las mismas en cada Estado miembro para ambas tecnologías y en el período considerado.
- Desarrollar una metodología específica para cuantificar económicamente los impactos asociados a las energías renovables producidos por la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y el

ahorro de combustibles fósiles. Esta metodología se basa en una herramienta utilizada por la CMNUCC.

- Diseñar una innovadora metodología para el cálculo de los empleos asociados a las energías renovables, considerando el sistema productivo de cada país y el desarrollo de las tecnologías (curvas de aprendizaje).
- Aplicar ambas metodologías y cuantificar los impactos debidos a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, al ahorro de combustibles fósiles y el empleo bruto (directo e indirecto) asociado a las energías eólica y solar fotovoltaica en los Estados miembros de la UE en el período 2008-2013.
- Validación de las metodologías empleadas, cotejando los resultados obtenidos con informes publicados por diversos autores a nivel europeo.

A través de esta investigación, se pretende mostrar que las energías eólica y solar fotovoltaica, a pesar de requerir en el pasado apoyos públicos para su desarrollo, los cuales han supuesto costes relativamente elevados, aportan al sistema múltiples beneficios socioeconómicos que deben ser tenidos en cuenta.

## **1.4 ESTRUCTURA DE LA TESIS**

Para alcanzar los objetivos anteriormente planteados, el trabajo se organiza de la siguiente forma: en el capítulo 1 se exponen los objetivos y el interés de esta investigación. A continuación, en el capítulo 2 se muestra el contexto energético actual de la UE, analizando la evolución que han experimentado las tecnologías renovables y las políticas existentes relativas a las mismas. Se profundiza en las dos tecnologías consideradas: energía eólica y solar fotovoltaica. En el capítulo 3 se presentan los mecanismos de apoyo existentes en cada Estado miembro de la UE y se cuantifican los costes de dichos apoyos. Posteriormente, en el capítulo 4 se presenta una adaptación metodológica para cuantificar económicamente los beneficios derivados de la reducción de emisiones y del ahorro de combustibles fósiles, obteniéndose resultados para ambas tecnologías en el período 2008-2013. El capítulo 5 presenta una innovadora metodología para calcular el empleo bruto asociado a las tecnologías renovables consideradas, ofreciendo resultados por tipo de empleo y de actividad para el período analizado. Finalmente, el capítulo 6 muestra las conclusiones y las líneas de investigación futuras. Los resultados y la documentación complementaria se adjuntan en los anexos (I-VI).

## 1.5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIE (2014). *Energy Technology Perspectives 2014*. Agencia Internacional de la Energía. París, Francia. 376pp. ISBN: 978-92-64-20800-1.
- Blanco M.I., Rodrigues G. (2009). Direct employment in the wind energy sector: An EU study. *Energy Policy*; **37 (8)**: 2847-57.
- Böhringer C., Keller A., van der Werf E. (2013). Are green hopes too rosy? Employment and welfare impacts of renewable energy promotion. *Energy Economics*; **36**: 277-85.
- Breitschopf B., Held A. (2014). Guidelines for assessing costs and benefits of RET deployment. Proyecto Europeo DIA-CORE (Energía Inteligente para Europa). Contrato N°: IEE/12/833/SI2.645735. 42pp. Disponible en: [http://diacore.eu/images/files2/D4.1\\_FhSI\\_Cost\\_Benefit\\_Approach\\_DIACORE.pdf](http://diacore.eu/images/files2/D4.1_FhSI_Cost_Benefit_Approach_DIACORE.pdf)
- Brouwe A.S., Van den Broek M., Seebregts A., Faaij A. (2014). Impacts of large-scale Intermittent Renewable Energy Sources on electricity systems, and how these can be modelled. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; **33**: 443-66.
- Comisión Europea (2001). Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2001, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad.
- Comisión Europea (2009). Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE
- Comisión Europea (2012). Versión consolidada del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea.
- Comisión Europea (2014a). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones del 22 de enero de 2014. *Un marco estratégico en materia de clima y energía para el período 2020-2030*. EU COM/2014/015 final.
- Comisión Europea (2014b). *Energy Economic Developments in Europe*. Directorate-General for Economic and Financial Affairs. Bruselas, Bélgica. 160pp. ISBN 978-92-79-35345-1.

- Eurobserv'er (2009-2014). The state of renewable energies in Europe. Informes anuales. Años: 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013. ISSN 2101-9622. París, Francia. Disponibles en: <http://www.eurobserv-er.org/>
- Frondel M., Ritter N., Schmidt C.M., Vance C. (2010). Economic impacts from the promotion of renewable energy technologies: The German experience. *Energy Policy*; **38 (8)**: 4048-56.
- García Redondo A.J., Román Collado R. (2014). An economic valuation of renewable electricity promoted by feed-in system in Spain. *Renewable Energy*; **68**: 51-7.
- Gross R., Heptonstall P., Anderson D., Green T., Leach M. & Skea J. (2006). *The Costs and Impacts of Intermittency*. UK Energy Research Centre, London. 112pp. ISBN 1 90314 404 3.
- Gutiérrez-Martín F., Da Silva-Álvarez R.A., Montoro-Pintado P. (2013). Effects of wind intermittency on reduction of CO<sub>2</sub> emissions: The case of the Spanish power system. *Energy*; **61**: 108-17.
- Haas R., Panzer C., Resch G., Ragwitz M., Reece G., Held A. (2011). A historical review of promotion strategies for electricity from renewable energy sources in EU countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; **15 (2)**: 1003–34.
- IRENA (2015). Renewable Power Generation Costs in 2014. Agencia Internacional de las Energías Renovables. Bonn, Alemania. 164pp. Disponible en: [http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA\\_RE\\_Power\\_Costs\\_2014\\_report.pdf](http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Power_Costs_2014_report.pdf)
- Lehr U., Breitschopf B., Diekmann J., Horst J., Klobasa M, Sensfuß F. y Steinbach J. (2012a). Renewable energy development—Do the benefits outweigh the costs? Discussion Paper, 2012/5 Disponible en: <http://www.gws-os.com/discussionpapers/gws-paper12-5.pdf>
- Lehr U., Lutz C., Edler D. (2012b). Green jobs? Economic impacts of renewable energy in Germany. *Energy Policy*; **47**: 358-64.
- Lütkenhorst W., Pegels A. (2014). Germany's Green Industrial Policy Stable Policies – Turbulent Markets: The costs and benefits of promoting solar PV and wind energy. Research report of the International Institute for Sustainable Development. Winnipeg, Canada. 89pp. Disponible en: [https://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/rens\\_gip\\_germany.pdf](https://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/rens_gip_germany.pdf)
- NREL (2015). Levelized cost of energy calculator. Disponible en: [http://www.nrel.gov/analysis/tech\\_lcoe.html](http://www.nrel.gov/analysis/tech_lcoe.html)

- Ragwitz M., Steinhilber S., Breitschopf B., Resch G., Panzer C., Ortner A. et al. (2012). *RE-Shaping: Shaping an effective and efficient European renewable energy market*. Informe final proyecto RE-SHAPING (Energía Inteligente para Europa). Contrato N°: EIE/08/517/SI2.529243. 124 pp. Disponible en: [http://www.reshaping-res-policy.eu/downloads/Final%20report%20RE-Shaping\\_Druck\\_D23.pdf](http://www.reshaping-res-policy.eu/downloads/Final%20report%20RE-Shaping_Druck_D23.pdf)
- Sáenz de Miera G., del Río P., Vizcaíno I. (2008). Analysing the impact of renewable electricity support schemes on power prices: The case of wind electricity in Spain. *Energy Policy*; **36 (9)**: 3345-59.
- Sensfuß F., Ragwitz M., Genoese M. (2008). The merit-order effect: A detailed analysis of the price effect of renewable electricity generation on spot market prices in Germany. *Energy Policy*; **36 (8)**: 3086-94.
- Tveten A.G., Bolkesjø T.F., Martinsen T., Hvarnes H. (2013). Solar feed-in tariffs and the merit order effect: A study of the German electricity market. *Energy Policy*; **61**: 761-70.
- Weigt H., Ellerman D., Delarue E. (2013). CO<sub>2</sub> abatement from renewables in the German electricity sector: Does a CO<sub>2</sub> price help? *Energy Economics*; **40 (1)**: S149-S158.
- Würzburg K., Labandeira X., Linares P. (2013). Renewable generation and electricity prices: Taking stock and new evidence for Germany and Austria. *Energy Economics*; **40 (1)**: S159-71.

# Capítulo 2

---

## CONTEXTO ENERGÉTICO ACTUAL

---



## CAPÍTULO 2. CONTEXTO ENERGÉTICO ACTUAL

2.1 Descripción de las tecnologías renovables .....	37
2.1.1 Energía hidráulica.....	38
2.1.2 Energía eólica .....	38
2.1.3 Energía solar fotovoltaica.....	39
2.1.4 Energía solar termoeléctrica .....	39
2.1.5 Energía geotérmica .....	40
2.1.6 Energía marina .....	40
2.1.7 Energía de la biomasa .....	40
2.1.8 Energía del biogás .....	41
2.1.9 Energía de los residuos.....	41
2.2 Análisis de los costes de generación .....	42
2.3 Situación energética actual.....	44
2.3.1 Energía eólica .....	47
2.3.2 Energía solar fotovoltaica.....	50
2.4 Situación política.....	52
2.5 Referencias bibliográficas .....	55

## 2. CONTEXTO ENERGÉTICO ACTUAL

### 2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS RENOVABLES

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales inagotables, ya sea por la gran cantidad de energía que contienen o por su capacidad para regenerarse de forma natural.

La energía renovable es limpia, puesto que no genera emisiones a la atmósfera, o cuando las genera, estas se consideran nulas (como es el caso de la biomasa) y se puede utilizar de forma autogestionada, ya que se puede aprovechar en el mismo lugar donde se produce.

Las energías renovables son aquellas que se producen de forma continua y son inagotables a escala humana. En generación eléctrica las principales tecnologías de origen renovable actualmente en uso son: hidráulica, eólica, solar fotovoltaica, solar termoeléctrica, geotermia, energía marina y energía procedente de la materia orgánica (biomasa, biogás y residuos).

El principal inconveniente de las energías renovables es que, en general, los costes privados son superiores a los de las tecnologías fósiles, aunque este hecho está revertiendo en los últimos años. Otro inconveniente a tener en cuenta, es la dificultad para predecir la producción de las energías renovables, sobre todo aquellas en las que el recurso es variable (energía eólica y solar fotovoltaica), lo que dificulta la integración de las mismas en la red eléctrica.

Esta investigación se ha centrado únicamente en dos tecnologías: la energía eólica y la energía solar fotovoltaica. Estas dos tecnologías son las que han tenido un papel más significativo en los últimos años en Europa, por el rápido desarrollo tecnológico que han experimentado, por su creciente contribución al *mix* eléctrico europeo y por su transcendencia en la generación de riqueza y empleo. Además, de acuerdo con la Agencia Internacional de la Energía (AIE, 2014a), ambas tecnologías podrían llegar a representar el 44% de la producción mundial en 2050 en el escenario 2DS (alta penetración de energías renovables). Entre las dos tecnologías sumaron en la UE 196 GW en 2013 (Anexo I: Tabla I.1 -Tabla I.3)

Para proporcionar una idea general de las tecnologías renovables existentes en la actualidad, a continuación se describe brevemente el fundamento teórico de cada una de ellas:

### 2.1.1 ENERGÍA HIDRÁULICA

Las centrales hidroeléctricas transforman la energía cinética y potencial del agua en electricidad, aprovechando el caudal y la diferencia de desnivel existente entre dos puntos. Estas centrales están condicionadas por las características del emplazamiento, pudiendo clasificarse en centrales de agua fluyente (captan una parte del caudal del río, lo trasladan hacia la central y una vez utilizado, se devuelve al río) o centrales de pie de presa (situadas bajo los embalses, aprovechando el desnivel creado por la propia presa).

Una central está compuesta por un sistema de almacenamiento o embalse, un sistema de conducción del agua (canales y tubos) y un sistema captador (ruedas hidráulicas o turbinas). La turbina hidráulica aprovecha la energía cinética y potencial del agua, transformándola en un movimiento de rotación, que transferido mediante un eje al generador produce energía eléctrica. Se trata de una tecnología muy madura. Las turbinas y el resto de equipos de una central presentan una alta eficiencia, cubriendo toda la gama de caudales y saltos netos.

### 2.1.2 ENERGÍA EÓLICA

La energía del viento está relacionada con el movimiento de las masas de aire que se desplazan desde zonas de alta presión atmosférica hacia otras zonas de menor presión, con velocidades proporcionales al gradiente de presión. El dispositivo utilizado para la conversión de la energía es conocido como aerogenerador. En un aerogenerador la energía eólica mueve unas palas y mediante un sistema mecánico se hace girar el rotor de un generador, normalmente un alternador, que produce energía eléctrica. Para aumentar la rentabilidad, los aerogeneradores se encuentran agrupados, es lo que se denomina parques eólicos.

En la década de los 80, se impusieron las turbinas danesas de tres palas y velocidad fija, llegando a ser líderes en el mercado, con rangos de potencia menores de 200 kW. Desde entonces, las dimensiones de las turbinas, tanto el diámetro del rotor como el tamaño del generador, han aumentado y en 2006 se instalaban turbinas de 2 MW. En la actualidad, la potencia media de las turbinas instaladas supera los 2-3 MW en la mayoría de los Estados miembros (Lacal-Aránzategui, 2014)

Existen instalaciones ubicadas en el mar, denominadas instalaciones eólicas marinas. A día de hoy, hay turbinas específicas para estas aplicaciones, pero no difieren mucho de las turbinas de instalaciones terrestres. La energía eólica marina dispone de dos componentes particulares

que son las cimentaciones, necesarias para anclar las turbinas al suelo marino, y el cableado marino para conectar las instalaciones con la red de distribución terrestre.

### 2.1.3 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica consiste en la conversión directa de la radiación solar en electricidad, mediante un dispositivo electrónico denominado panel solar fotovoltaico, formado por células solares. Las células solares fotovoltaicas se basan en la capacidad de algunos materiales semiconductores para generar electricidad al incidir sobre ellos una radiación luminosa. Normalmente el material empleado es el silicio.

Las centrales fotovoltaicas pueden ir desde pequeñas instalaciones de pocos kilovatios en cubierta, a instalaciones de varios megavatios en suelo. Las instalaciones fotovoltaicas pueden ser fijas, orientadas siempre de forma que sean capaces de captar la mayor cantidad de radiación solar o con seguidores, que orientan los paneles de forma que la radiación solar incida siempre perpendicularmente al panel solar fotovoltaico.

### 2.1.4 ENERGÍA SOLAR TERMOELÉCTRICA

El funcionamiento de una central solar termoeléctrica es similar al de una central térmica convencional, pero utiliza el sol como combustible. Los rayos solares se concentran mediante espejos en un receptor que alcanza una temperatura muy elevada. Este calor se usa para calentar un fluido y generar vapor, que mueve una turbina y produce electricidad.

Los sistemas más utilizados son los de colectores cilindro-parabólicos y las centrales de torre. Los primeros usan espejos en forma de cilindros parabólicos por cuyo eje discurre una tubería donde se concentran los rayos del sol. La tubería contiene un fluido que se calienta y genera vapor que mueve una turbina. Las centrales de torre se basan en la utilización de un campo de heliostatos que reflejan la luz del sol y concentran los haces reflejados en una caldera situada sobre la torre de gran altura. En la caldera el aporte calorífico es absorbido por un fluido térmico (sales fundidas, agua u otros) que es conducido a un generador de vapor donde transfiere su calor a un segundo fluido, generalmente agua, la cual es convertida en vapor, funcionando a partir de ese momento como una central térmica convencional.

### 2.1.5 ENERGÍA GEOTÉRMICA

Consiste en el aprovechamiento de la energía térmica del interior de la Tierra. Las capas profundas de la corteza terrestre registran altas temperaturas y en ciertas zonas existen capas freáticas que dan lugar a bolsas de agua caliente. El aprovechamiento térmico de estas bolsas se ha utilizado desde la antigüedad. En la actualidad, la energía geotérmica de alta temperatura (entre 150 y 400°C) se utiliza para producir vapor y mediante una turbina, generar electricidad.

### 2.1.6 ENERGÍA MARINA

Engloba una serie de tecnologías cuya característica común es que utilizan la energía contenida en el agua del mar para transformarla en electricidad:

- *Maremotriz*: se basa en el aprovechamiento del ascenso y descenso del agua del mar producido por las mareas. Únicamente es rentable en puntos de la costa donde la altura de las mareas difiera más de cinco metros.
- *Energía de las corrientes*: consiste en el aprovechamiento de la energía cinética contenida en las corrientes marinas. El proceso de captación se basa en convertidores de energía cinética similares a los aerogeneradores empleando instalaciones submarinas.
- *Térmica oceánica*: consiste en el aprovechamiento de la energía térmica del mar basado en la diferencia de gradientes térmicos entre la superficie del mar y las aguas profundas.
- *Undimotriz*: es el aprovechamiento energético producido por el movimiento de las olas.
- *Potencia osmótica*: es la energía obtenida por la diferencia en la concentración de la sal entre el agua de mar y el agua de los ríos mediante los procesos de ósmosis.

### 2.1.7 ENERGÍA DE LA BIOMASA

La biomasa tiene carácter renovable ya que su contenido energético procede del sol, a través de la fotosíntesis realizada por las plantas. Esta energía se libera al romper los enlaces de los compuestos orgánicos en el proceso de combustión, produciendo CO<sub>2</sub> y agua.

En función del origen se puede distinguir entre residuos agrícolas, forestales, industriales (procedentes de la industria de transformación) y cultivos energéticos (basados en el tratamiento y mejora de especies de alto rendimiento energético). La baja densidad energética y el contenido de humedad hacen necesario transformar para su uso la biomasa por

procedimientos termoquímicos. Los procesos más comunes son la combustión, la gasificación y la pirólisis. La combustión es el aprovechamiento energético más tradicional de la biomasa. Los sistemas de combustión cuentan con una caldera, un equipo de recuperación de calor y un sistema para la utilización de la energía recuperada. La energía así obtenida se puede utilizar para la producción de electricidad.

### 2.1.8 ENERGÍA DEL BIOGÁS

El biogás es una mezcla de metano ( $\text{CH}_4$ ) y  $\text{CO}_2$ , se produce en un digestor debido a la acción de bacterias específicas que degradan material orgánico. A este proceso se le conoce como digestión anaerobia. La digestión anaerobia puede aplicarse a residuos ganaderos (estiércol, purines, etc.), agrícolas, así como a los residuos de las industrias de transformación de dichos productos. Estos residuos se pueden tratar de forma independiente o conjunta, mediante lo que se denomina co-digestión. El biogás producido en procesos de digestión anaerobia puede utilizarse para generación eléctrica en calderas, motores de combustión interna o turbinas.

### 2.1.9 ENERGÍA DE LOS RESIDUOS

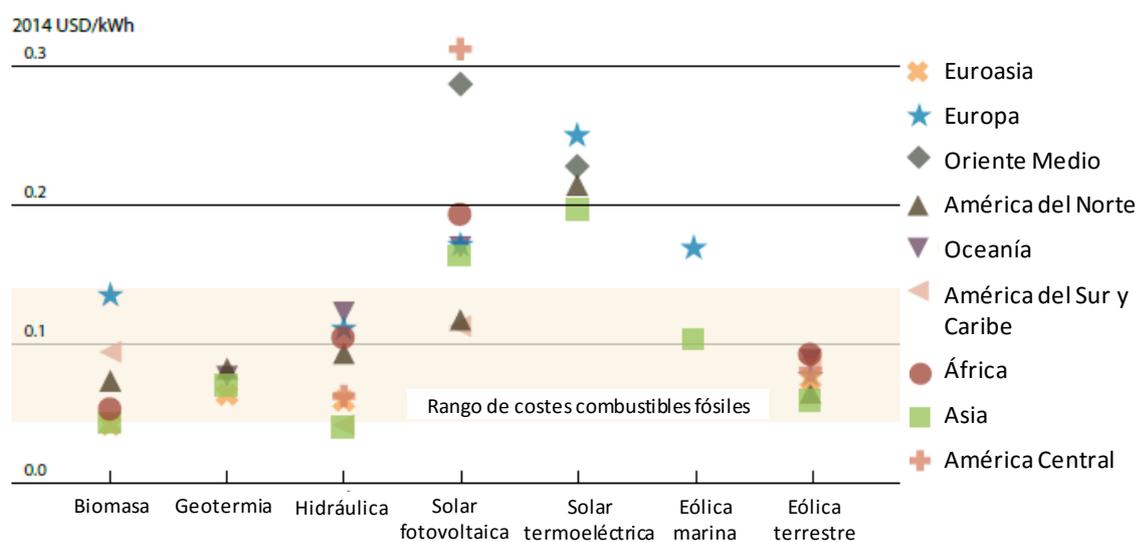
La incineración puede aplicarse en el tratamiento de los residuos sólidos urbanos para disminuir su cantidad y aprovechar su energía. Las emisiones atmosféricas son un aspecto a tener en cuenta (especialmente las dioxinas y furanos) y las escorias y cenizas formadas.

La combustión de los residuos sólidos es un proceso complejo en el que, a los diferentes sistemas de secado, deshidratación, gasificación propios de tecnologías que utilizan materia orgánica, se une la heterogeneidad de la alimentación de la caldera. Para que la combustión sea completa es necesario un buen contacto entre reactantes y que el tiempo de permanencia de cada uno sea, en las condiciones de temperatura y presión de oxígeno fijadas, superior al de conversión completa. Existe una gran variedad de hornos para lograr la combustión de los residuos en condiciones adecuadas. En ocasiones se combinan con turbinas de gas para mejorar el rendimiento energético de la planta.

## 2.2 ANÁLISIS DE LOS COSTES DE GENERACIÓN

Uno de los inconvenientes históricamente vinculado a las energías renovables, son los costes de generación que, en general, son superiores a los de la mayoría de tecnologías fósiles. La Figura 2.1 muestra una comparativa de los costes de generación en 2014 entre las tecnologías renovables y tecnologías fósiles.

Figura 2.1. Comparativa de los costes de generación de diversas tecnologías (2014).



Nota: Coste de capital considerado para países de la OCDE y China: 7,5%. Resto de mundo: 10%.

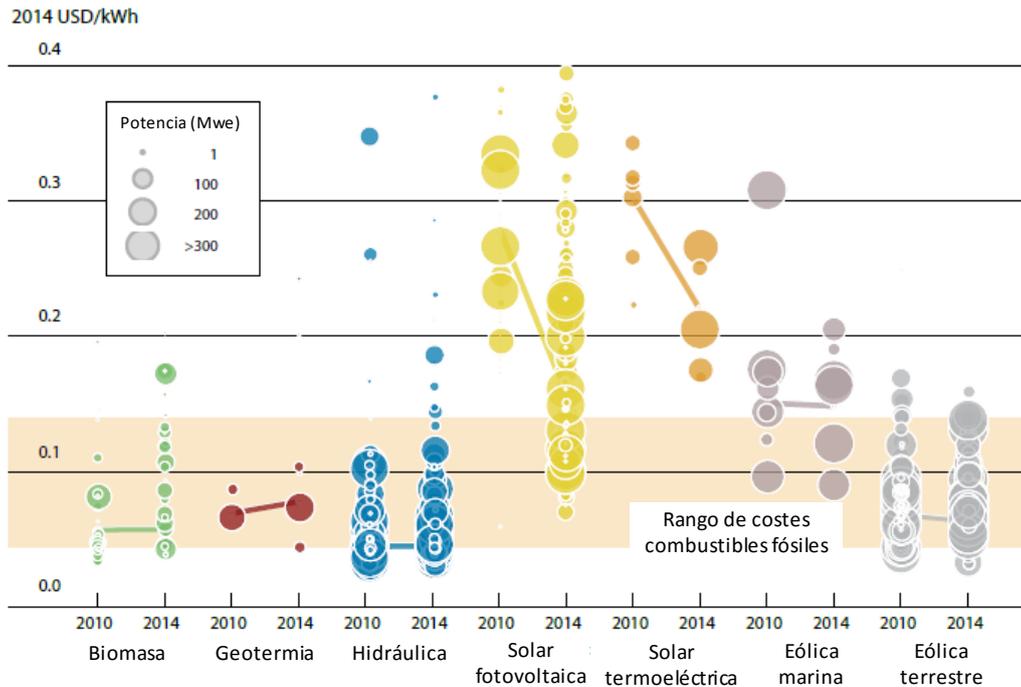
Fuente: IRENA (2014)

Se puede observar como para la mayoría de las regiones los costes de generación de las tecnologías renovables maduras (biomasa, geotermia, hidráulica y eólica terrestre) son similares a los costes de las tecnologías fósiles. En otras tecnologías menos maduras, principalmente eólica marina y solar termoeléctrica, los costes de generación son sensiblemente superiores a los de las tecnologías fósiles. La energía solar fotovoltaica aún tiene costes de generación superiores a los de las energías fósiles en la mayoría de las regiones, si bien estos costes tienden a converger con los de las tecnologías fósiles (IRENA; 2014).

Los costes de generación eléctrica de las energías renovables se han reducido de forma considerable en los últimos años y se espera que esta tendencia se mantenga en el corto plazo. Esta reducción de costes se debe a la madurez tecnológica que están alcanzando las tecnologías renovables y a las curvas de aprendizaje asociadas a estas tecnologías (IRENA, 2014). La Figura

2.2 muestra la evolución de los costes de generación eléctrica de las tecnologías renovables entre 2010 y 2014.

Figura 2.2. Comparativa de los costes de generación de las energías renovables (2010-2014).



Fuente: IRENA (2014)

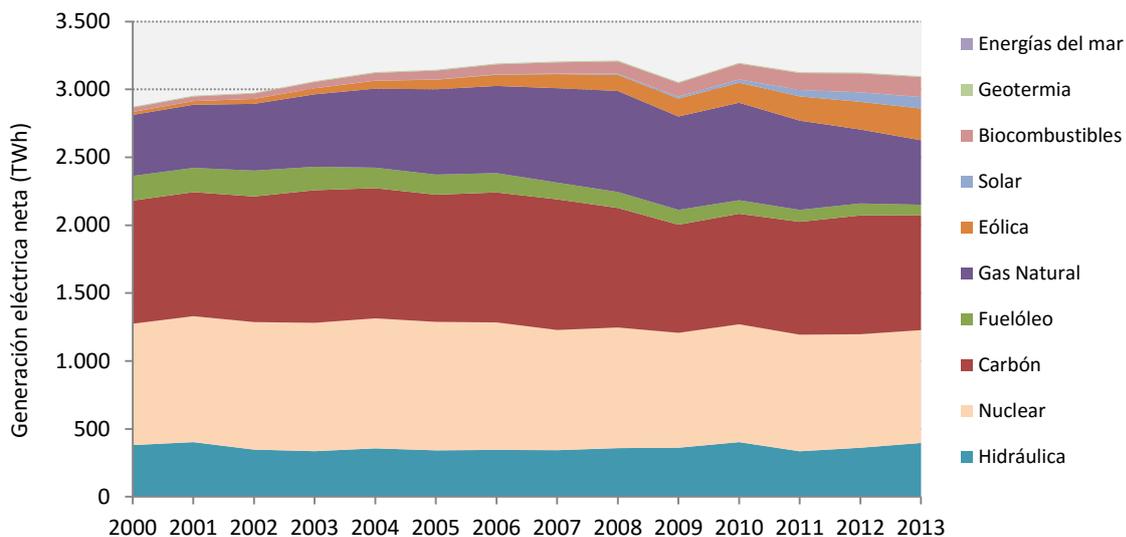
De acuerdo con la Agencia Internacional de la Energía (AIE, 2015), la experiencia demuestra que los principales desafíos para la implementación cambian a medida que las tecnologías avanzan a lo largo de la curva de aprendizaje. Las energías eólica terrestre y solar fotovoltaica están preparadas para incorporarse a la mayoría de sistemas energéticos regionales debido sobre todo a las innovaciones que han mejorado su eficiencia y fiabilidad. Para aumentar el nivel de implementación de ambas tecnologías en el futuro, se requiere innovación en materia de integración de la demanda, almacenamiento de la energía e infraestructura de redes eléctricas inteligentes.

## 2.3 SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL

La UE dispone una cantidad reducida de recursos fósiles y sus reservas son muy limitadas, lo que unido a la decidida apuesta de la Comisión Europea por el fomento de las energías renovables ha derivado en un progresivo avance de las mismas.

La Figura 2.3 representa la evolución de la contribución de los diferentes combustibles en la generación eléctrica en la UE. Puede apreciarse como las tecnologías que más han aumentado su contribución han sido las energías renovables, especialmente la eólica y la fotovoltaica. La energía fotovoltaica ha pasado de una producción prácticamente inexistente en el año 2000 a representar el 3% de la producción eléctrica neta en 2013. Por su parte, la energía eólica representó en 2013 el 8% de la producción total en Europa.

Figura 2.3. Evolución de la producción eléctrica neta en la UE (2000-2013).



Fuente: Eurostat (2015a)

En 2013 (último año con datos disponibles) la producción eléctrica neta en la UE fue de 3.097 TWh (Eurostat, 2015a), concentrándose en un pequeño número de países. Alemania, Francia, Reino Unido, Italia y España registraron el 66% de la generación eléctrica total. En la última década, la generación eléctrica en la UE no ha experimentado cambios significativos, creciendo un 1%. Este lento crecimiento ha estado motivado por la crisis económica y por las medidas de mejora de la eficiencia energética puestas en marcha en la mayoría de Estados miembros, tal

como muestra la Agencia Europea del Medio Ambiente (EEA, 2013). El pico de producción eléctrica se registró el año 2008 (3.212 TWh).

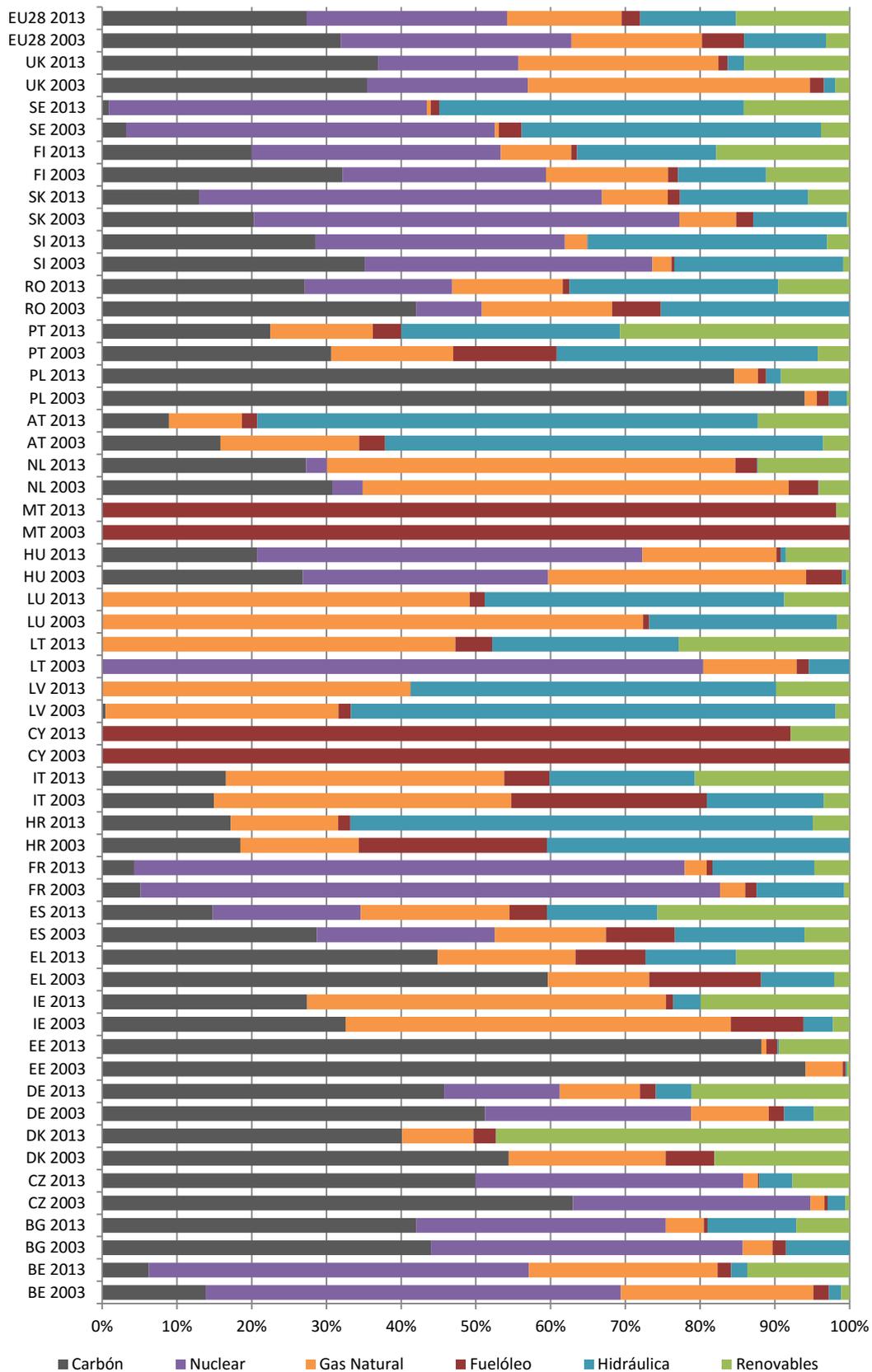
Europa tiene un *mix* de generación eléctrica relativamente diversificado (Eurostat, 2015a). En 2013, la mayor contribución procedía del carbón (28%), seguido por la energía nuclear (27%), gas natural (16%) y energías renovables (27%). La contribución del fuelóleo es muy pequeña (3%), aunque es el combustible principal en Chipre y Malta. En referencia a las energías renovables, la energía hidráulica es la tecnología con una mayor contribución (12%) seguida por la energía eólica (8%), la cual ha experimentado un importante crecimiento en los últimos años. Biomasa, biogás y residuos (5%), solar (3%) y geotermia (0,2%) tienen contribuciones menores. En el Anexo II (Tabla II. 1- Tabla II.6) se muestra la generación eléctrica neta en los Estados miembros en el período 2008-2013.

El *mix* de producción eléctrica en la mayoría de los Estados miembros ha sufrido una profunda transformación en los últimos años favoreciendo la entrada de nuevas tecnologías, principalmente energías renovables, pero también gas natural (ciclos combinados) y la salida de otras más contaminantes y caras, como son el carbón y el fuelóleo.

Como puede apreciarse en la Figura 2.4, la energía hidráulica, junto con la energía nuclear, son las tecnologías que menos han variado su contribución. Apenas se ha registrado variación de potencia para esas tecnologías (hidráulica: +12% y nuclear: -10% en el período 2003-2013) (Eurostat, 2015b).

En la contribución al *mix* eléctrico, las energías renovables (sin incluir la hidráulica) pasaron de representar el 3% de la generación neta de la UE en 2003 al 15% en 2013. En este sentido es reseñable el caso de Dinamarca donde la contribución de las energías renovables ha pasado del 18% al 47% en ese período, disminuyendo la contribución de gas natural (del 21% al 10%) y carbón (del 54% al 40%). Salvo contadas excepciones, como es el caso de Lituania, donde a raíz de la desaparición de la energía nuclear, la energía procedente del gas natural ha sufrido un importante incremento (del 13% en 2003 al 47% en 2013), en la gran mayoría de los Estados miembros las únicas tecnologías que han incrementado su contribución al *mix* eléctrico han sido las tecnologías renovables.

Figura 2.4. Evolución del *mix* eléctrico en los Estados miembros de la UE (2003-2013).



Las siglas referentes a los Estados miembros se detallan en el apartado "Acrónimos" (página 11).

Fuente: Eurostat (2015a).

### 2.3.1 ENERGÍA EÓLICA

La energía eólica ha experimentado un extraordinario crecimiento en las dos últimas décadas, pasando de una potencia acumulada de 1 GW en 1993 a 117 GW en 2013 (Eurostat, 2015b). En dicho año la UE continuó siendo líder en cuanto a potencia acumulada, si bien es posible que sea superada en un futuro próximo por países como China y Estados Unidos, con 91 MW y 61 MW, respectivamente en 2013 (GWEC, 2015).

En 2013 la contribución al *mix* eléctrico asociada a la energía eólica ha superado en varios Estados miembros el 10%: Dinamarca (32%), Portugal (23%), España (19%), Irlanda (17%) y Lituania (13%). En el Anexo II (Tabla II. 1- Tabla II.6) se muestra la producción eléctrica eólica en cada Estado miembro en el período 2008-2013.

A nivel global, se espera que la energía eólica represente al menos el 12% de la producción eléctrica total de la UE en 2020, contribuyendo significativamente a los objetivos marcados por la Comisión Europea para dicho año (Lacal-Aránzategui y Serrano-González, 2015).

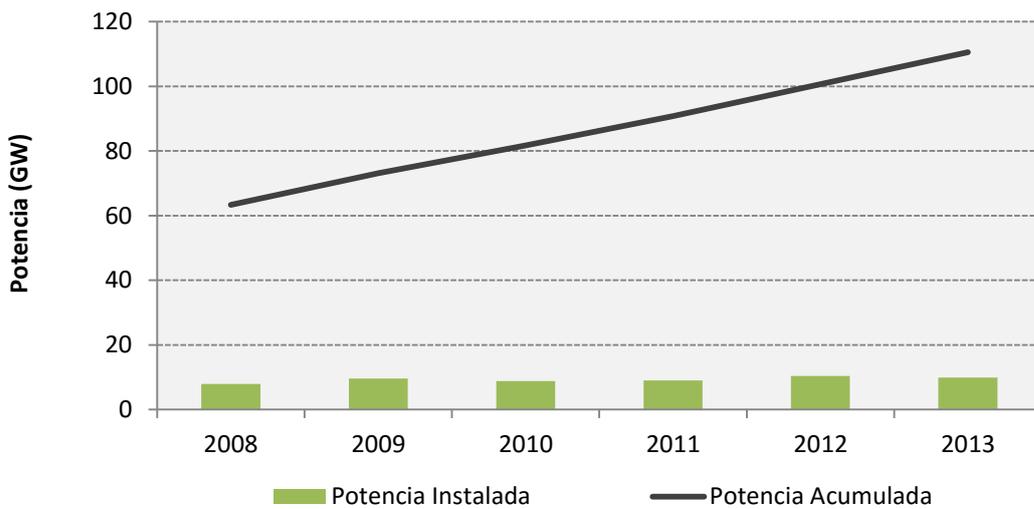
En 2013, la potencia de energía eólica terrestre ascendió a 110 GW y la energía eólica marina acumuló 7 GW, de acuerdo con la Asociación Europea de Energía Eólica, EWEA por sus siglas en inglés – *European Wind Energy Association* (EWEA, 2009-2015). En el Anexo I (Tabla I.1) se detalla la potencia anual instalada y la potencia acumulada en cada Estado miembro en el período 2008-2014 para la energía eólica terrestre. En 2013, Alemania (33.410 MW) y España (22.959 MW) fueron los países con mayor potencia eólica terrestre instalada, a gran distancia de los dos siguientes: Italia (8.558 MW) y Reino Unido (7.013 MW). En el período analizado Rumanía fue el país con un crecimiento relativo más rápido pasando de 11 MW en 2008 a 2.600 MW en 2013. En cuanto a la potencia anual instalada, ésta no ha experimentado grandes cambios en el período 2008-2013 (EWEA, 2009-2015), registrándose la mayor instalación en 2012 (10.363 MW) y la menor en 2008 (7.939 MW). Alemania ha sido el país que más potencia anual ha instalado durante el período 2008-2013. En el año 2013, Polonia ostenta el segundo puesto (894 MW) por delante de países con mayor tradición eólica como España o Italia. El descenso de la potencia anual instalada en 2013 en ambos países (84% en el caso de España y 65% en Italia) podría deberse a los cambios normativos en los apoyos públicos acontecidos en los dos países.

En lo referente a la energía eólica marina, en el Anexo I (Tabla I.2) se detalla la potencia anual instalada y la potencia acumulada en cada Estado miembro en el período analizado (EWEA, 2009-2015). En el período 2008-2013, la energía eólica marina ha experimentado un crecimiento

relativo del 370%. Por países, el Reino Unido es el líder en esta tecnología con una potencia acumulada en 2013 de 3.698 MW, seguido por Dinamarca (1.275 MW) y Alemania (840 MW).

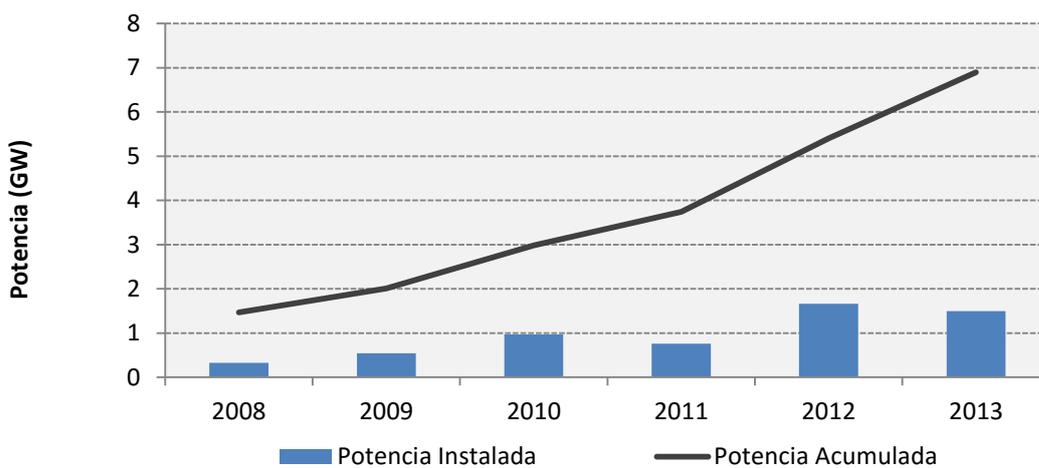
Las Figura 2.5 y Figura 2.6 muestran la variación de la potencia total acumulada y la potencia anual instalada en la UE para la energía eólica terrestre y la energía eólica marina.

Figura 2.5. Evolución de la potencia eólica terrestre instalada y acumulada en la UE (2008-13).



Fuente: Informes anuales EWEA (EWEA, 2009-2015).

Figura 2.6. Evolución de la potencia eólica marina instalada y acumulada en la UE (2008-13).



Fuente: Informes anuales EWEA (EWEA, 2009-2015).

Actualmente la energía eólica terrestre es una tecnología madura, aunque aún existen líneas de mejora, como por ejemplo la optimización de los trenes de potencia, la modelización para la búsqueda de emplazamientos óptimos o la minimización de pérdidas en el arranque (Lacal-Aránategui y Serrano-González, 2015).

Los precios de las turbinas eólicas y de los proyectos eólicos terrestres han caído significativamente en los últimos años y hay evidencias de que una reducción del 40% en los costes en la energía eólica marina podría lograrse en 2020 (Lacal-Aránategui, 2014). De acuerdo con Lacal-Aránategui (2014) en 2013, el coste medio de capital (*Capital Expenditures* – CAPEX) de las instalaciones eólicas rondaría los 1.410 €/kW. El CAPEX de estas instalaciones fue de 1.510 €/kW en 2012, un 4% menor que en 2011. Los costes medios de las turbinas fueron de 940 €/kW en 2012, lo que supone una reducción del 6% respecto a 2011.

Los costes de generación nivelados (LCOE por sus siglas en inglés – *Levelised Cost of Energy*) para la energía eólica marina fueron en 2013 de entre 90 y 150 €/MWh. Por su parte, los costes de generación para la energía eólica terrestre se situaban entre los 45 €/MWh en Dinamarca y los 97 €/MWh en Alemania, con una clara tendencia a la baja. Recientes estudios muestran que los precios de las turbinas en 2014 rondaron los 770-880 €/kW (Lacal-Aránategui y Serrano-González, 2015).

### 2.3.2 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

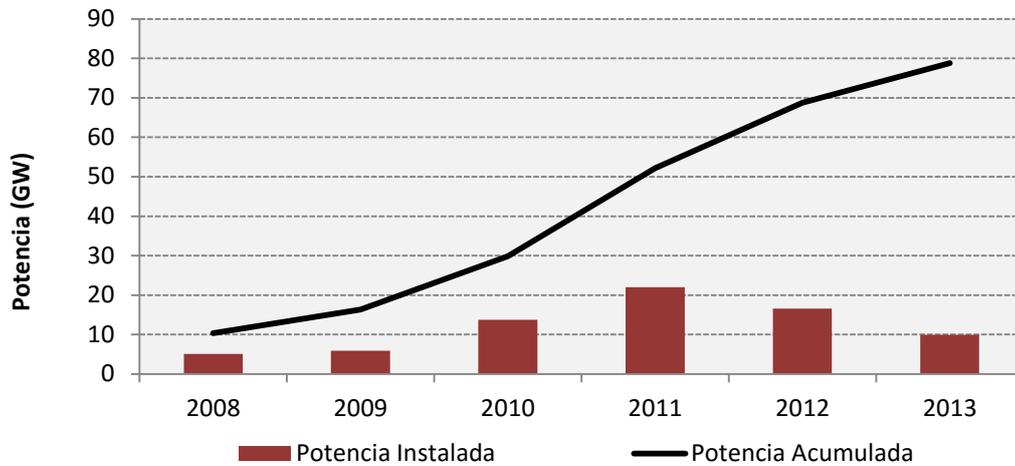
La energía solar fotovoltaica se ha desarrollado de forma muy rápida en los últimos años en Europa. En 2013 la potencia acumulada era de 79 GW (Eurobserv'er, 2014), mientras que una década antes sólo 0,6 GW funcionaban en la UE (Eurostat, 2015b). En 2013, Asia superó por primera vez a la UE en potencia acumulada según datos de la Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica, EPIA por sus siglas en inglés – *European Photovoltaics Industry Association* (EPIA, 2014).

La contribución al *mix* eléctrico de la energía solar fotovoltaica fue del 3% y pocos países superaron el 5% de contribución en 2013. El país con mayor producción fue Italia (8%), seguido de Grecia (6%) y Alemania (5%). En el Anexo II (Tabla II. 1- Tabla II.6) se muestra la producción fotovoltaica en cada Estado miembro en el período 2008-2013. De acuerdo con la Agencia Internacional de la Energía (AIE, 2014a) en el escenario 2DS (alta proporción de energías renovables) la energía solar podría convertirse en la fuente de electricidad dominante en 2040 y aportar el 26% de la generación mundial en 2050.

De acuerdo con Eurobserv'er (2014), los países con mayor potencia acumulada en 2013 eran: Alemania (36.013 MW), Italia (17.614 MW), España (4.705 MW) y Francia (4.698 MW). Todos los países han experimentado importantes aumentos en la potencia en el período 2008-2013, si bien este crecimiento se ralentizó considerablemente a partir de 2011. En 2011 se registró un pico en la instalación anual de 22.023 MW, reduciéndose sustancialmente en los siguientes años. En 2013 se instalaron en la UE 9.922 MW de potencia fotovoltaica, tal como muestra el Anexo I (Tabla I.3)

La Figura 2.7 muestra la variación de la potencia total acumulada y la potencia anual instalada en la UE para la energía solar fotovoltaica.

Figura 2.7. Evolución de la potencia solar fotovoltaica instalada y acumulada en Europa (2008-13).



Fuente: Informes anuales Eurobserv'er (Eurobserv'er, 2009-2014).

El aumento de capacidad en los últimos años ha traído consigo un importante desarrollo tecnológico. Esto a su vez, ha posibilitado una disminución de los costes de inversión (*Capital Expenditures* – CAPEX) y de los costes de operación (*Operation Expenditures* – OPEX). A nivel mundial, en los últimos seis años, el precio de los sistemas fotovoltaicos se ha reducido en un 70% y en el caso de los módulos esta reducción ha sido del 80% (AIE, 2014b).

En Europa, suponiendo un retorno de la inversión del 5%, una vida útil de 20 años y una producción media de 1.300 kWh/kWp, el LCOE de una instalación tecnológica residencial era en 2013 de 103 €/MWh y de 82 €/MWh para instalaciones grandes (Jäger-Waldau, 2014).

## 2.4 SITUACIÓN POLÍTICA

La promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables siempre ha sido una cuestión prioritaria para la UE, por razones de seguridad y diversificación del suministro de energía, de protección del medio ambiente y de cohesión económica y social.

Este interés se hizo aún más patente tras la publicación del Libro Blanco sobre las fuentes de energía renovables (Comisión Europea, 1997), el cuál fijó un objetivo para 2010: generar el 12% de la energía primaria y el 22,1% de la energía eléctrica a partir de fuentes renovables.

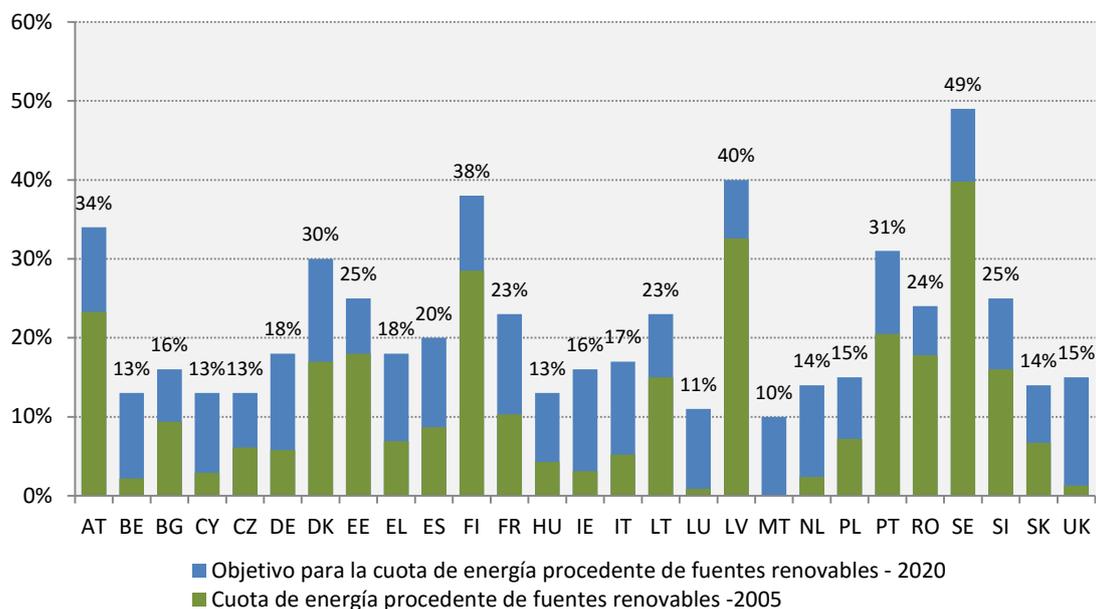
En base al Libro Blanco, la Directiva 2001/77/CE relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad (Comisión Europea, 2001) marcó objetivos indicativos para cada Estado miembro. Estos objetivos se actualizaron en 2004 debido a la ampliación de la UE. El objetivo global de generación eléctrica renovable para los 25 Estados miembros fue del 21%.

La comunicación de la Comisión, de 10 de enero de 2007, titulada *«Programa de trabajo de la energía renovable — Las energías renovables en el siglo XXI: construcción de un futuro más sostenible»*, concluyó que un objetivo del 20% para la cuota global de energía procedente de fuentes renovables sería adecuado y factible, y que un marco que prevea objetivos obligatorios debería proporcionar al sector la estabilidad a largo plazo necesaria para realizar inversiones razonables y sostenibles en energías renovables, capaces de reducir la dependencia de los combustibles fósiles y de impulsar las nuevas tecnologías en el sector de la energía (Comisión Europea, 2007).

La Directiva 2009/28/CE sobre energías renovables (Comisión Europea, 2009) fijó objetivos vinculantes para cada país en materia de energías renovables, en base a la situación de partida de cada Estado miembro. A nivel global se estableció que, para 2020 un 20% del consumo de energía en la UE procediera de fuentes renovables y una reducción del 20% de las emisiones. La Directiva también describe los mecanismos que los Estados miembros pueden aplicar para alcanzar estos objetivos. Estos mecanismos son básicamente: sistemas de apoyo, garantías de origen, proyectos conjuntos y mecanismos de cooperación entre distintos Estados miembros o con terceros países. Los Estados miembros tienen obligación de transponer esta Directiva (sólo Chipre y Polonia no la han transpuesto de momento).

Los objetivos para la cuota de energía renovable en el consumo de energía final bruta por Estado miembro en 2020 y la situación registrada en 2005 se muestran en la Figura 2.8:

Figura 2.8. Objetivos renovables por Estado miembro para 2020.



Las siglas referentes a los Estados miembros se detallan en el apartado "Acrónimos" (página 11).

Fuente: Comisión Europea (2009).

En base a esta Directiva, los Estados miembros adoptaron en 2010 planes de acción nacionales en materia de energías renovables. La Comisión evalúa de forma bianual el progreso de los Estados miembros.

La Comisión Europea ha dejado patente su compromiso con la promoción de tecnologías renovables y se han publicado numerosas comunicaciones, sobre todo encaminadas a mejorar los mecanismos de apoyo a estas tecnologías. Mención especial merece la comunicación titulada "Un marco político para la energía y cambio climático desde 2020 a 2030" (Comisión Europea, 2014a) que establece nuevos objetivos para Europa en 2030:

- Reducción del 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero en 2030 comparadas con 1990.
- Contribución de las energías renovables sobre el total de energía final del 27%.
- Incremento de la eficiencia energética en un 27%, a revisar en 2020 considerando el 30% en 2030.
- Objetivo de interconexión eléctrica entre Estados miembros del 15%.

La apuesta decidida por las energías renovables de la Comisión Europea se materializa con el discurso que en los últimos años ha tenido respecto a los sistemas de apoyo a las mismas.

En noviembre de 2013, la Comisión ofreció nuevas orientaciones en relación con los regímenes de ayudas a las energías renovables y sobre el uso de mecanismos de cooperación para alcanzar los objetivos fijados en este ámbito a un menor coste en la comunicación *“Realizar el mercado interior de la electricidad y sacar el máximo partido de la intervención pública”* (Comisión Europea, 2013a). En esta línea, el documento *“Directrices para el diseño de sistemas de apoyo a las energías renovables”* (Comisión Europea, 2013b) discute sobre los instrumentos de apoyo a las renovables eléctricas. Se propone un ajuste de los apoyos basado en los costes reales de las tecnologías. Los costes soportados por los consumidores deberían reducirse y se debería evitar la sobrecompensación y la excesiva demanda para nuevas instalaciones. Los instrumentos de apoyo a las energías renovables eléctricas deben basarse en la relación entre oferta y demanda, reduciendo el problema de la información asimétrica y los riesgos de inestabilidad regulatoria para los inversores. El documento respalda explícitamente el uso de subastas para la promoción de las energías renovables.

La Comisión, en su comunicación titulada *“Un marco político para la energía y cambio climático desde 2020 a 2030”* (Comisión Europea, 2014a) afirma que los sistemas nacionales de apoyo a las energías renovables deben permitir la integración con los mercados internos, ser rentables y proveer seguridad jurídica a los inversores. En este documento se advierte que las ayudas a tecnologías renovables maduras debieran desaparecer completamente en el período 2020-2030. Además, se sugiere que el uso de las tarifas reguladas o *feed-in tariff* (FIT), muy presentes en la UE en los últimos años, ha sido un sistema costoso y en ocasiones no ha cumplido el objetivo de integración de las energías renovables eléctricas en los mercados.

En la comunicación de la Comisión Europea *“Directrices sobre ayudas estatales en materia de protección del medio ambiente y energía 2014-2020”* (Comisión Europea, 2014b) se tratan los sistemas de apoyo a las energías renovables. Se hace referencia a que los instrumentos de apoyo a las renovables, incluidas las subastas competitivas, pero también los sistemas de primas, en inglés, *feed-in premiums* (FIP), que deberían reemplazar de forma gradual a los sistemas de apoyo existentes en la actualidad a partir de 2015. Los sistemas de subastas deberán ser implementados con el fin de promover nuevas instalaciones a partir de 2017.

Por último, en la comunicación de la Comisión Europea *“Estrategia Marco para una Unión de la Energía resiliente con una política climática prospectiva”* (Comisión Europea, 2015) se establece que la producción eléctrica con energías renovables necesita de apoyos externos. Estos apoyos deben estar basados en mecanismos de mercado que aseguren la rentabilidad y eviten la sobrecompensación.

## 2.5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIE (2014a) *Energy Technology Perspectives 2014*. Agencia Internacional de la Energía. París, Francia. 376pp. ISBN: 978-92-64-20800-1.
- AIE (2014b). *Technology Roadmap. Solar Photovoltaic Energy. 2014 Edition*. Agencia Internacional de la Energía. París, Francia. 60pp. Disponible en: [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TechnologyRoadmapSolarPhotovoltaicEnergy\\_2014edition.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TechnologyRoadmapSolarPhotovoltaicEnergy_2014edition.pdf)
- AIE (2015). *Energy Technology Perspectives 2015. Mobilising Innovation to Accelerate Climate Action*. Agencia Internacional de la Energía. París, Francia. 418pp. ISBN 978-92-64-23342-3
- Comisión Europea (1997). Comunicación de la Comisión. *Energía para el futuro: Fuentes de energía renovables. Libro Blanco para una Estrategia y un Plan de Acción Comunitarios*.
- Comisión Europea (2001). Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2001, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad.
- Comisión Europea (2007). Comunicación de la Comisión, de 10 de enero 2007. *Programa de trabajo de la energía renovable - Las energías renovables en el siglo XXI: construcción de un futuro más sostenible*. EU COM/2006/848
- Comisión Europea (2009). Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE
- Comisión Europea (2013a). Comunicación de la Comisión de 5 de agosto de 2013. *Realizar el mercado interior de la electricidad y sacar el máximo partido de la intervención pública*. EU COM/2013/7243 final.
- Comisión Europea (2013b). Directrices para el diseño de sistemas de apoyo a las energías renovables que acompaña al documento Comunicación de la Comisión de 5 de agosto de 2013. *Realizar el mercado interior de la electricidad y sacar el máximo partido de la intervención pública*. SWD/2013/439 final, 2013.
- Comisión Europea (2014a). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones del 22 de enero de 2014.

*Un marco estratégico en materia de clima y energía para el período 2020-2030.* EU COM/2014/015 final.

Comisión Europea (2014b). Decisión del Órgano de Vigilancia de la AELC nº301/17/COL de 16 de julio de 2014. *Directrices sobre ayudas estatales en materia de protección del medio ambiente y energía 2014-2020.*

Comisión Europea (2015). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones y al Banco de Inversiones Europeo, de 25 de febrero de 2015. *Estrategia Marco para una Unión de la Energía resiliente con una política climática prospectiva.* EU COM/2015/080 final.

EEA (2013). *Trends and projections in Europe 2013. Tracking progress towards Europe's climate and energy targets until 2020.* Agencia Europea de Medio Ambiente. Copenhague, Dinamarca. 148pp. ISBN: 978-92-9213-410-5.

EPIA (2014). *Global Market Outlook for Photovoltaics 2014-2018.* European Photovoltaic Industry Association. Bruselas, Bélgica. 60 pp.

Eurobserv'er (2009-2014). *The state of renewable energies in Europe. Informes anuales.* Años: 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013. ISSN 2101-9622. París, Francia. Disponibles en: <http://www.eurobserv-er.org/>

Eurostat (2015a). Eurostat Statistical Database. Disponible en: [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg\\_105a&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_105a&lang=en). Acceso: 15 mayo 2015.

Eurostat (2015b). Eurostat Statistical Database Disponible en: [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg\\_113a&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_113a&lang=en). Acceso: 14 febrero 2015.

EWEA (2009-2015). *Wind in power.* European Statistics. Informes anuales. Años: 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014. European Wind Energy Association. Bruselas, Bélgica. Disponibles en: <http://www.ewea.org/statistics/>

GWEC (2015). *Global Wind Report 2014. Annual Market Update.* Global Wind Energy Council. Bruselas, Bélgica. 80pp. Disponible en: [http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2015/03/GWEC\\_Global\\_Wind\\_2014\\_Report\\_LR.pdf](http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2015/03/GWEC_Global_Wind_2014_Report_LR.pdf)

IRENA (2014). *Renewable power generation costs in 2014.* Agencia Internacional de las Energías Renovables. Bonn, Alemania. 164pp. Disponible en:

[http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA\\_RE\\_Power\\_Costs\\_2014\\_report.pdf](http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Power_Costs_2014_report.pdf)

Jäger-Waldau A. (2014). *2014 JRC PV status report*. Joint Research Centre (JRC). Comisión Europea. Luxemburgo. 54pp. ISBN 978-92-79-44621-4.

Lacal-Arántegui R. (2014). *2013 JRC wind status report*. Joint Research Centre (JRC). Comisión Europea. Luxemburgo. 71pp. ISBN 978-92-79-34499-2.

Lacal-Arántegui R., Serrano-González J. (2015). *2014 JRC wind status report*. Joint Research Centre (JRC). Comisión Europea. Luxemburgo. 92pp. ISBN 978-92-79-48380-6.



# Capítulo 3

---

## IMPACTOS ECONÓMICOS DEBIDOS A LAS POLÍTICAS DE APOYO PÚBLICO

---



## CAPÍTULO 3. IMPACTOS ECONÓMICOS DEBIDOS A LAS POLÍTICAS DE APOYO PÚBLICO

3.1 Introducción .....	61
3.2 Justificación del apoyo a las energías renovables.....	61
3.3 Los sistemas de apoyo a las energías renovables en Europa.....	63
3.3.1    Tipología de sistemas de apoyo a las energías renovables.....	63
3.3.2    Implantación de los sistemas de apoyo en los Estados miembros .....	66
3.4 Análisis de los costes del apoyo a las energías renovables en la UE .....	74
3.4.1    Revisión de la bibliografía existente.....	74
3.4.2    Determinación de los costes del apoyo en la EU .....	76
3.5 Conclusiones .....	81
3.6 Referencias bibliográficas .....	82

# **3. IMPACTOS ECONÓMICOS DEBIDOS A LAS POLÍTICAS DE APOYO PÚBLICO**

## **3.1 INTRODUCCIÓN**

La promoción pública de las energías renovables ha captado la atención de los investigadores de forma paralela al volumen de fondos dedicados y a la penetración de las mismas en los sistemas eléctricos. A su vez, esto ha sido consecuencia directa de la adopción de un marco normativo en la UE que ha establecido objetivos de penetración de dichas tecnologías a nivel europeo y en sus Estados miembros para los años 2010, 2020 y 2030, dejando que sean estos últimos los que utilicen los mecanismos que consideren más convenientes para su promoción (véase apartado 2.4). Tal y como se ha visto en el capítulo 1, este impacto socioeconómico pertenece al grupo de los impactos distributivos.

El presente capítulo analiza los costes asociados a los mecanismos de apoyo en los Estados miembros de la UE. En primer lugar, el apartado 3.2 aporta una justificación del uso de apoyos públicos para la promoción de las energías renovables. A continuación, el apartado 3.3 describe los mecanismos de apoyo existentes en la UE. El apartado 3.4 cuantifica el coste de los apoyos públicos a las tecnologías eólica y solar fotovoltaica en los Estados miembros de la UE. Por último, el apartado 3.5 muestra las conclusiones obtenidas del análisis de este impacto socioeconómico.

## **3.2 JUSTIFICACIÓN DEL APOYO A LAS ENERGÍAS RENOVABLES**

Como se ha explicado en el apartado 2.2 las energías renovables tienen, por lo general, unos costes privados superiores a los de las tecnologías fósiles. Las políticas de apoyo a las tecnologías renovables se han justificado históricamente para cubrir ese diferencial de costes, facilitando así su introducción en los sistemas eléctricos. Existen dos grupos de razones básicas por las que puede justificarse cubrir ese diferencial de costes. Una son las externalidades o fallos de mercado que provocan, que hacen que el coste social de las energías fósiles (suma de los costes

privados y las externalidades) supere al de las renovables. La otra es la existencia de beneficios medioambientales y socioeconómicos asociados a las energías renovables que no tienen las tecnologías fósiles.

En efecto, desde el punto de vista económico, una justificación fundamental para la adopción de políticas públicas es la existencia de externalidades. Una externalidad es el coste o beneficio que surge de la producción o el consumo y que recae sobre personas distintas a los productores o consumidores, sin que estas reciban ninguna compensación por ello. En el ámbito de la energía y, en particular, de las energías renovables, existen tres tipos de externalidades que justifican el uso de mecanismos de apoyo público (del Río, 2014):

1. Externalidades ambientales negativas evitadas. Las energías renovables contaminan menos que las tecnologías fósiles. Si los generadores eléctricos convencionales no tienen que pagar por el daño que causan sus emisiones, estas se incrementarán y no existirá incentivo para innovar en tecnologías limpias. Esa menor externalidad negativa ambiental de las energías renovables se traduce, generalmente, en unos menores costes sociales para estas tecnologías. Pero el mercado eléctrico es un mercado libre regido por los costes privados y no por los costes sociales y, en ausencia de internalización de esas externalidades, sólo las energías fósiles tendrían cabida en el mismo. En este punto es donde intervienen las políticas públicas, internalizando estas externalidades (Saénz de Miera *et al.*, 2008).
2. Externalidades tecnológicas positivas generadas. Estas tienen que ver con la naturaleza de bien público de la innovación tecnológica. Se relacionan con los efectos *spillover*, que propician que la innovación sea copiada por otros, lo que reduce las ganancias para la empresa innovadora sin que obtenga una compensación por el esfuerzo realizado. A su vez, esto reduce los incentivos para innovar y por tanto las actividades de investigación y desarrollo en estas tecnologías disminuyen.
3. La difusión de una tecnología que conlleva reducciones de los costes y mejoras tecnológicas, debido a los efectos de aprendizaje y economías de escala dinámicas, puede considerarse como una externalidad positiva generada (Stern, 2006). Incluso las empresas que no han invertido en nuevas tecnologías pueden verse favorecidas con unos costes menores. Aunque los inversores pueden alcanzar parcialmente estos efectos del aprendizaje, por ejemplo, utilizando las patentes o su posición dominante en el mercado (Neuhoff *et al.*, 2009), todos estos beneficios derivados del aprendizaje no recaen sobre el inversor inicial. Por tanto, esas inversiones estarán por debajo de los niveles socialmente eficientes. La difusión es endógena a nivel de costes, pero los costes se ven afectados por el grado de difusión.

Por otro lado, aparte de los beneficios ambientales en términos de reducción de contaminantes locales y globales, las energías renovables generan una serie de beneficios, incluyendo la diversificación energética en el suministro o mayor desarrollo rural e industrial, lo cual repercute positivamente en el empleo.

Owen (2006) muestra que si los costes del daño ocasionado por los combustibles fósiles se internalizaran de alguna manera en los costes de la electricidad, la gran mayoría de tecnologías renovables, principalmente la energía eólica, serían competitivas comparadas con el resto de tecnologías convencionales.

Son muchos los autores que han abogado por una inclusión de las externalidades en los precios de la energía eléctrica (ej.: Schilling y Chiang, 2011; Soliño *et al.*, 2009; Foxon *et al.*, 2005; Sundqvist, 2004), que faciliten las decisiones de los inversores y por ende, la mayor penetración de las energías renovables en el mercado eléctrico. También hay autores que defienden la reducción o desaparición de las subvenciones a los combustibles fósiles como medida de apoyo a las tecnologías renovables, como pone de manifiesto el informe realizado por Ecofys para la Comisión Europea (Alberici *et al.*, 2014).

## **3.3 LOS SISTEMAS DE APOYO A LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EUROPA**

### **3.3.1 TIPOLOGÍA DE SISTEMAS DE APOYO A LAS ENERGÍAS RENOVABLES**

De acuerdo con Haas *et al.* (2011a), los apoyos públicos basados en políticas regulatorias se pueden clasificar en mecanismos de apoyo a la inversión y mecanismos de apoyo a la producción. Por otro lado, se consideran apoyos directos a aquellos cuyo propósito es la mejora inmediata de las condiciones del mercado, mientras que los mecanismos de apoyo indirectos buscan mejorar las condiciones del mercado a medio/largo plazo. Un resumen de la clasificación de los mecanismos de apoyo se muestra en la Tabla 3.1:

Tabla 3.1. Clasificación de los sistemas de apoyo regulatorios.

	DIRECTOS		INDIRECTOS
	Basados en el precio	Basados en la cantidad	
<i>Centrados en la inversión</i>	Ayudas a la inversión (AI) Ayudas a la financiación (AF) Beneficios fiscales (BF)	Sistema de subastas para ayudas a la inversión	Impuestos medioambientales Simplificación de los procesos administrativos Impuestos a la conexión
<i>Centrados en la generación</i>	Tarifas reguladas ( <i>feed-in tariffs</i> - FIT) Primas reguladas ( <i>feed-in premium</i> – FIP) Balance Neto (BN)	Sistemas de subastas (SB) Certificados verdes negociados (CVN)	

Fuente: Haas et al. (2011a)

Los generadores eléctricos renovables reciben apoyo económico para sus inversiones, bien por unidad de potencia instalada o por unidad de energía producida y vendida. Los principales mecanismos de apoyo directos son:

Apoyos públicos basados en el precio:

- *Mecanismos de apoyo a la inversión.* Apoyo económico a través de ayudas directas a la inversión (AI), ayudas a la financiación (AF), usualmente créditos blandos, y beneficios fiscales (BF). Normalmente este tipo de apoyos son por unidad de potencia instalada.
- *Mecanismos de apoyo a la generación.* Apoyo económico en forma de precios garantizados y combinado frecuentemente con una obligación de compra por parte de los distribuidores de electricidad. En la mayoría de los Estados miembros los costes del apoyo son financiados por los consumidores eléctricos a través de sus facturas. La diferencia entre los sistemas de tarifa regulada (FIT) y los de prima reguladas (FIP) es que en el primer caso (FIT) el montante total a percibir por el productor renovable es fijo, mientras que en el segundo caso (FIP) se paga una prima fija a añadir al precio de mercado. Este sistema es menos predecible puesto que depende de la volatilidad de los precios del mercado. De acuerdo con Couture y Gagnon (2010), los tres requisitos que garantizan el éxito de estos sistemas son: garantía del acceso a la red, políticas estables a largo plazo y que los precios de las tarifas y/o primas estén basados en los costes de generación de cada tecnología.

El denominado balance neto (BN) es un mecanismo relativamente novedoso en el que los consumidores actúan también como generadores y únicamente reciben apoyo por la electricidad neta generada, entendiéndose como tal la resta entre la producción total y el consumo propio. Se aplica generalmente a pequeñas instalaciones fotovoltaicas y/o eólicas.

### Apoyos públicos basados en la cantidad

Dentro de estos mecanismos se encuentran los sistemas de subastas (SB) y los sistemas de cuotas con certificados verdes negociables (CVN).

- *Las subastas o concursos públicos (SB)* son un mecanismo basado en la licitación pública de una determinada capacidad de energía renovable a construir y explotar por promotores privados. Los criterios de adjudicación pueden ser de tipo estrictamente económico (menor precio de producción) o englobar otros aspectos, tales como tipo de tecnología, tamaños máximos de planta, fabricación local de equipos, aspectos ambientales, etc. En la mayoría de Estados miembros se financia a través de la factura eléctrica.
- *En los sistemas de cuotas con certificados verdes negociables (CVN)* se impone una obligación a los distribuidores eléctricos de que al final de un determinado período un porcentaje de su producción proceda de energías renovables, es lo que se denomina cuota. La demanda de certificados verdes se genera en base a esta obligación. Si el distribuidor no cumple la obligación, se le penaliza. Cada unidad eléctrica producida con energías renovables genera automáticamente un CVN, que se asigna al generador correspondiente y que éste puede vender a los distribuidores. El generador de energías renovables se beneficia por tanto de la venta de la energía en el mercado y de la venta de CVN. El precio del CVN es el resultado de la interacción de la oferta y la demanda, y depende del nivel del objetivo (cuota) y de los costes de generación de las energías renovables.

En muchos Estados miembros además de estos mecanismos de apoyo directo existen otros que de forma indirecta propician el desarrollo de las energías renovables. Los mecanismos más importantes son los impuestos a la electricidad no renovable, el gravamen a la emisión de CO<sub>2</sub> y los impuestos a la conexión. También en este grupo deben incluirse medidas complementarias para la integración de las energías renovables, principalmente aquellas con problemas de intermitencia en el suministro y la simplificación de los procedimientos administrativos.

Es bastante común que en los Estados miembros se combinen varios sistemas de apoyo. Del Río y Mir-Artigues (2014) hacen una revisión de las combinaciones existentes en la UE entre los diferentes instrumentos. Generalmente los instrumentos basados en la generación tienen mayor importancia (sistemas de apoyo primario) y los basados en la inversión suelen actuar como sistemas complementarios (sistemas de apoyo secundarios). Los autores indican que la exclusión (no aplicación de un mecanismo de apoyo si el proyecto ya tiene otro tipo de ayuda) y la coordinación explícita de los apoyos no son muy habituales en los Estados miembros.

### 3.3.2 IMPLANTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE APOYO EN LOS ESTADOS MIEMBROS

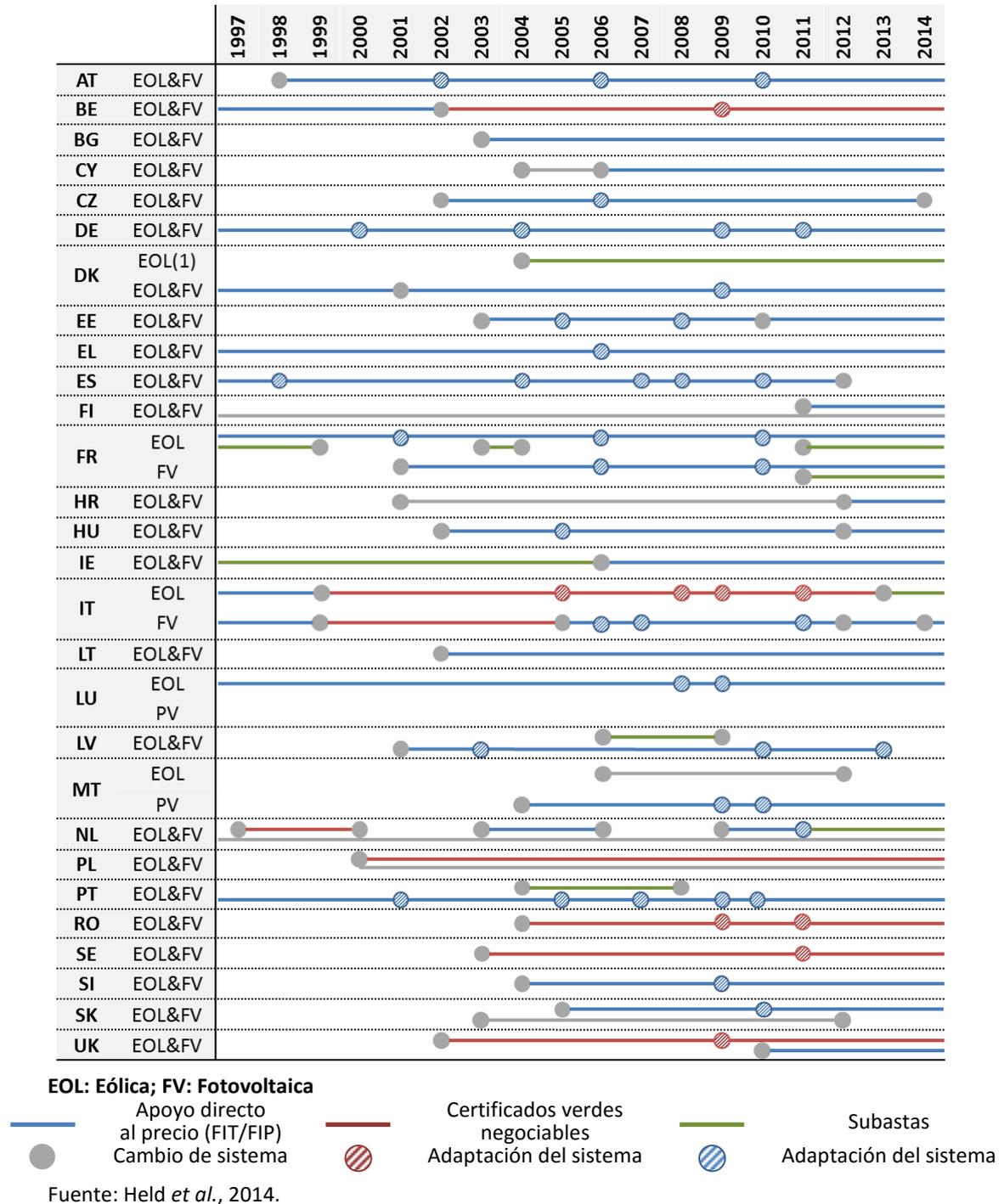
En los últimos años se están produciendo cambios importantes en el diseño de los mecanismos de apoyo asociados a las renovables eléctricas en los Estados miembros. Esto es debido fundamentalmente a dos motivos. Por un lado, el rápido desarrollo de las tecnologías, que están alcanzando la madurez a un ritmo mayor del esperado. Es el caso de la energía solar fotovoltaica que ha disminuido significativamente sus costes de producción en los últimos años. Por otro lado está el imparable avance de la potencia instalada y la contribución de las energías renovables en el sistema eléctrico. A lo largo del período 2009-2013 numerosos gobiernos han implementado medidas de contención de costes, incluyendo limitación de la potencia instalada (como es el caso de España, Francia, Alemania, Malta, Irlanda, Lituania, Portugal y Eslovenia, entre otros), limitación de la energía eléctrica generada (por ejemplo en Chipre, Letonia, Malta, Portugal y Estonia), revisiones periódicas de las tarifas (la gran mayoría de los Estados miembros), degresión fija de las tarifas (Alemania hasta 2010 y Eslovenia), degresión variable (España para solar fotovoltaica en 2008, Alemania desde 2011 y Francia) y limitación en el presupuesto (Países Bajos, Italia y Estonia). Para una revisión profunda del tema, véase Mir-Artigues y del Río (2014).

En algunos países como España, República Checa o Bulgaria se han llevado a cabo acciones más contundentes, suspendiéndose temporal o definitivamente el apoyo a las tecnologías renovables. En el caso de España, las tarifas reguladas han dado paso a un sistema de apoyo a las plantas existentes basado en una retribución adicional a los precios de mercado que permite obtener una rentabilidad razonable a lo largo de la vida útil de la instalación - Real Decreto-ley 9/2013 (Gobierno de España, 2013).

La Comisión Europea en su Comunicación "*Directrices sobre ayudas estatales en materia de protección del medio ambiente y energía 2014-2020*" (Comisión Europea, 2014) hace referencia a la introducción de sistemas de subastas para sustituir a los sistemas de tarifa regulada en los Estados miembros. Recientemente, los Países Bajos, Alemania e Italia han reemplazado estos sistemas y también Portugal, Francia y Dinamarca han sustituido los sistemas FIT y FIP por sistemas de subastas para algunas tecnologías (Held *et al.*, 2014). Del Río y Linares (2014), analizan las ventajas e inconvenientes de los sistemas de subastas en el pasado y resaltan la importancia que puede tener este mecanismo en el futuro si se integran en el diseño varios elementos, principalmente el control del coste total del apoyo y la coordinación entre todos los entes administrativos participantes.

La Figura 3.1 muestra la evolución de los sistemas de apoyo a las tecnologías renovables en los Estados miembros de la UE entre 1997-2014 (Held *et al.*, 2014).

Figura 3.1. Evolución de los sistemas de apoyo a las renovables en la UE (1997-2014).



En la Tabla 3.2 se enumeran los instrumentos de apoyo (primarios y secundarios) existentes para la energía eólica y la energía fotovoltaica en cada Estado miembro en el período 2009-2013. Se han utilizado como fuentes de información Mir-Artigues y del Río (2014), Consejo de Reguladores Energéticos Europeos - CEER (2011; 2013; 2015), Ragwitz *et al.* (2012) y las bases de datos especializadas en política energética (Comisión Europea, 2015 e IRENA/IEA, 2015).

Tabla 3.2. Instrumentos de apoyo en los Estados miembros. Energías eólica y fotovoltaica (2009-2013).

EM	Instrumentos principales		Instrumentos secundarios	
	Eólica	Solar FV	Eólica	Solar FV
AT	FIT	FIT <sup>(1)</sup> ; AI <sup>(2)</sup>		
BE	CVN	CVN	BF; AI <sup>(3)</sup>	BF; AI <sup>(4)</sup>
BG	FIT	FIT; SB <sup>(5)</sup>	AF <sup>(6)</sup>	AF <sup>(6)</sup>
CY	FIT	FIT	AI	AI
CZ	FIT/FIP <sup>(7)</sup>	FIT/FIP <sup>(8)</sup>	AI, AF	AF
DE	FIT/FIP	FIT/FIP	AF	AF
DK	FIP <sup>(9)</sup> ; SB <sup>(10)</sup>	FIP	AI <sup>(11)</sup> ; AF	AI <sup>(11)</sup> ; BN; BF
EE	FIP	FIP	AI; BF	BF
EL	FIT	FIT	AI; BF	AI; BF
ES	FIT/FIP <sup>(12)</sup>	FIT <sup>(12)</sup>	BF	BF
FI	FIP		AI	AI
FR	FIT <sup>(13)</sup> ; SB <sup>(14)</sup>	FIT <sup>(15)</sup> ; SB <sup>(16)</sup>	AI	AI
HR	FIT	FIT	AF	AF
HU	FIT	FIT	AI	AI
IE	FIT	FIT	BF	BF
IT	FIT <sup>(17)</sup> ; FIP <sup>(18)</sup> ; CVN; SB <sup>(20)</sup>	FIT <sup>(17)</sup> ; BN <sup>(19)</sup> ; CVN; SB <sup>(20)</sup>	BF	BF, BN
LT	FIT <sup>(21)</sup> ; FIT/SB <sup>(22)</sup>	FIT <sup>(21)</sup> ; FIT/SB <sup>(22)</sup>	AI, AF	AI, AF
LU	FIT	FIT	AI	AI
LV	FIT	FIT	AI; BF	AI; BF
MT		FIT	AI <sup>(23)</sup> ; AF	AI <sup>(23)</sup> ; AF; BF
NL	FIP	FIP <sup>(24)</sup> ; BN <sup>(25)</sup>	AF <sup>(26)</sup>	AF; AI
PL	CVN	CVN	AF; AI; BF	AF; AI; BF
PT	FIT; SB	FIT	BF	BF
RO	CVN	CVN	AI	AI
SE	CVN	CVN	BF; AI <sup>(27)</sup>	AI
SI	FIT; FIP	FIT; FIP	AI; AF	AI; AF
SK	FIP	FIP	AI, BF	AI, BF
UK	CVN; FIT <sup>(28)</sup>	CVN; FIT <sup>(28)</sup>	BF	BF

**FIT:** Tarifas reguladas; **FIP:** Primas reguladas; **CVN:** Certificados Verdes Negociados; **SB:** Subastas; **BN:** Balance Neto; **AI:** Ayuda a la inversión; **AF:** Ayuda a la financiación; **BF:** Beneficios fiscales.

(1): FV – Instalaciones P>5kW; (2): FV – Instalaciones P≤5kW; (3): Sólo la región de Bruselas; (4): Sólo la región de Flandes; (5): FV – Instalaciones P>100kW; (6): Sólo instalaciones de pequeña potencia; (7): Eólica - Excepto P>20MW; (8): FV – Instalaciones P>30kW; (9): Eólica terrestre; (10): Eólica marina; (11): Sólo instalaciones de pequeña potencia; (12): Instalaciones existentes antes de enero de 2012; (13): Eólica terrestre; (14): Eólica marina; (15): FV – Instalaciones P<100kW en edificios; (16): FV – Instalaciones P>100kW; (17): Instalaciones existentes P<1MW; (18): Instalaciones existentes P>1MW y P<1MW que no eligieran FIT; (19): FV – Instalaciones P<20kW. Alternativa a las FIT; (20): Plantas nuevas – grandes instalaciones; (21): P<10kW; (22): P>10kW; (23): Sólo instalaciones de pequeña potencia – P<3.7kW; (24): FV – Instalaciones P>15kW; (25): FV – Instalaciones P<15kW; (26): No incluye eólica marina; (27): Eólica marina; (28): P<5MW.

En base a la bibliografía mencionada se ha elaborado un breve resumen descriptivo de los sistemas de apoyo en vigor durante el período analizado (2009-2013) para las tecnologías objeto de estudio (solar fotovoltaica y eólica):

**Austria (AT):** Cuenta con tarifas reguladas (FIT) para ambas tecnologías. Este sistema se complementa con ayudas a la inversión (AI) para instalaciones solares fotovoltaicas de pequeña potencia (inferior a 5 kW).

**Bélgica (BE):** Desde 2002 cuenta con un sistema de cuotas – certificados verdes negociados (CVN). Se trata de un instrumento federal aplicado a nivel regional. Los precios mínimos de los CVN los fija cada región, excepto para la energía eólica marina que se fijan a nivel nacional. Como instrumentos secundarios existen beneficios fiscales (BF) de ámbito nacional y ayuda a la inversión (AI) de ámbito regional. La región de Bruselas capital concede ayudas a la energía eólica y Flandes a la energía fotovoltaica.

**Bulgaria (BG):** Existe un sistema de tarifas reguladas (FIT) y un sistema de subastas (SB) para instalaciones fotovoltaicas de potencia superior a 100 kW. Además, cuenta con ayudas a la financiación (AF) para instalaciones de pequeño tamaño.

**Chipre (CY):** Sistema de tarifas reguladas (FIT) como sistema primario y ayudas a la inversión (AI) como sistema secundario. Las tarifas reguladas no pueden acumularse con las ayudas a la inversión. Las instalaciones fotovoltaicas de pequeña potencia no reciben ayuda a la inversión, pero la tarifa es superior que para las instalaciones grandes.

**República Checa (CZ):** Sistemas de primas reguladas (FIP) y tarifas reguladas (FIT). En ambos sistemas están excluidas las grandes instalaciones eólicas (potencia superior a 20 MW) y fotovoltaicas (potencia superior a 30 kW). A partir del 1 de enero de 2014 no se aplica este sistema a nuevas instalaciones. Además existen sistemas de apoyo secundario: ayudas a la inversión (AI) y ayudas a la financiación (AF) para la energía eólica y ayudas a la financiación (AF) para instalaciones fotovoltaicas.

**Alemania (DE):** Cuenta con un sistema de tarifas reguladas (FIT) y de primas reguladas (FIP). A partir de 2014, la energía producida en grandes instalaciones (potencia superior a 100 kW) se vende directamente al mercado eléctrico y percibe una prima “flotante”. Dicha prima se calcula de forma retroactiva. Para instalaciones pequeñas (potencia inferior a 100 kW) se aplican tarifas reguladas (FIT). Existen además ayudas a la financiación (AF) para ambas tecnologías.

**Dinamarca (DK):** Sistema de subastas (SB) para energía eólica marina y primas reguladas (FIP) para el resto. La energía solar fotovoltaica puede acogerse al sistema de balance neto (BN)

en vez de prima regulada. Como instrumentos secundarios existen ayudas a la inversión (AI) para instalaciones de pequeña potencia, ayudas a la financiación (AF) para instalaciones de energía eólica y beneficios fiscales (BF) para instalaciones de energía solar fotovoltaica.

**Estonia (EE):** Actualmente en vigor un sistema de primas reguladas (FIP). Las instalaciones eólicas que lo deseen pueden elegir como alternativa a este sistema una ayuda a la inversión (AI). Ambos mecanismos son incompatibles. Para ambas tecnologías existen beneficios fiscales (BF).

**Grecia (EL):** Cuenta con un sistema de tarifas reguladas (FIT). Estas tarifas han sufrido importantes reducciones en 2012 y 2013. Además, se han aplicado impuestos especiales a la generación renovable: 34% para solar fotovoltaica y 10% para eólica. Se ha implantado un nuevo sistema de reducción de las tarifas desde 2014. Como sistemas de apoyo secundario ambas tecnologías pueden optar a ayudas a la inversión (AI), excepto aquellas instalaciones que se beneficien de tarifa regulada. Existen también beneficios fiscales (BF).

**España (ES):** Con anterioridad al 1 de febrero de 2013, existía un sistema de tarifas reguladas (FIT) para la energía solar fotovoltaica y para la energía eólica, donde el titular podía elegir entre tarifa regulada (FIT) o prima regulada (FIP). A partir del 1 de febrero de 2013 se comenzó a aplicar el sistema de tarifas reguladas (FIT) a todas las instalaciones existentes y se cancelan todas las ayudas para nuevas instalaciones. A partir de julio de 2013 entró en vigor un nuevo sistema, (puesto en marcha en junio de 2014, pero con carácter retroactivo). En el nuevo sistema, las instalaciones existentes perciben una ayuda mínima para alcanzar una rentabilidad razonable. La ayuda se divide en una retribución a la inversión (dependiente de la potencia instalada) y una retribución a la operación (dependiente de la energía producida). Además, existen beneficios fiscales (BF).

**Finlandia (FI):** Sistema de primas reguladas (FIP) para la energía eólica. La energía fotovoltaica recibe ayudas a la inversión (AI).

**Francia (FR):** Sistema de subastas públicas (SB) para la energía eólica marina y para instalaciones fotovoltaicas con potencia superior a 100 kW. El resto de instalaciones, incluida la eólica terrestre, se acogen a tarifas reguladas (FIT). Como apoyo secundario, existen ayudas a la inversión (AI) para ambas tecnologías.

**Croacia (HR):** Vigente un sistema de tarifas reguladas (FIT). El productor de energía eléctrica debe acreditarse como “productor cualificado” y firma un contrato con el operador del sistema para vender su energía. Además, existen ayudas a la financiación (AF) para ambas tecnologías.

**Hungría (HU):** Sistema de tarifas reguladas (FIT). La tarifa a percibir por los productores está indexada al Índice de Precios al Consumo (IPC). Para las instalaciones nuevas de energía eólica existe un sistema de subastas (SB). Existen también ayudas a la inversión (AI) procedentes de fondos estructurales. En las instalaciones beneficiarias de este sistema se reduce la tarifa regulada.

**Irlanda (IE):** En el pasado existía un sistema de subastas (SB). A partir del 2006 se puso en marcha un sistema de tarifas reguladas (FIT), el cual sigue vigente en la actualidad. Se trata de una tarifa fija (por encima del precio de mercado) que recibe el productor. Si el precio de mercado sube por encima de un precio de referencia, el productor recibe sólo el precio de mercado. Como mecanismo secundario, las instalaciones pueden acogerse a beneficios fiscales (BF).

**Italia (IT):** Para las plantas existentes (con puesta en marcha anterior al 1 de enero de 2013 para energía eólica y el 27 de agosto de 2012 para energía solar fotovoltaica) existen los siguientes mecanismos de apoyo:

- Sistema de cuotas: certificados verdes negociados (CVN).
- Tarifas reguladas (FIT) para instalaciones con potencia inferior a 1 MW.
- Primas reguladas (FIP) para instalaciones con potencia superior a 1 MW e instalaciones eólicas con potencia inferior a 1 MW que no se acojan al sistema FIT.

Para las nuevas instalaciones (con puesta en marcha posterior a las fechas señaladas, existen las siguientes opciones:

- Sistema de subastas (SB) para proyectos con potencia superior a 5 MW.
- Tarifas reguladas (FIT) para instalaciones pequeñas. Como alternativa a las FIT, las instalaciones solares fotovoltaicas con potencia inferior a 20 kW pueden acogerse al balance neto (BN).

Como mecanismo de apoyo secundario, hay beneficios fiscales (BF). Estos beneficios consisten en una reducción del IVA.

**Lituania (LT):** Sistema de tarifas reguladas (FIT), las cuales se revisan trimestralmente desde el 1 de febrero de 2013. Para instalaciones con potencia menor a 10 kW las tarifas varían trimestralmente. Sólo se paga el 50% de la energía producida, el resto debe destinarse a autoconsumo. Para instalaciones con potencia superior a 10 kW se garantizan las tarifas (12 años) a través de un sistema de subastas. Con anterioridad a esa fecha las tarifas se fijaban anualmente. Complementario a este sistema primario, existen ayudas a la inversión (AI) y ayudas a la financiación (AF).

**Luxemburgo (LU):** Está en vigor desde 2008 un sistema de tarifas reguladas (FIT). Las tarifas se redujeron en 2012 para las instalaciones solares fotovoltaicas. Existen además ayudas a la inversión (AI) para ambas tecnologías.

**Letonia (LV):** Sistema de tarifas reguladas (FIT), las cuales se garantizan a través de un sistema de subastas. En el período 2011-2015 no se ha celebrado ninguna subasta. Hay ayudas a la inversión (AI) y beneficios fiscales (BF).

**Malta (MT):** En vigor un sistema de tarifas reguladas (FIT) para energía solar fotovoltaica. Las tarifas están destinadas a productores privados cuyas instalaciones no hayan sido subvencionadas por otros mecanismos. Para edificios públicos, existe un sistema especial de subastas. Aparte, hay otros mecanismos de apoyo como son: ayudas a la financiación (AF), ayudas a la inversión (AI) para instalaciones en el sector residencial de potencia inferior a 3,7 kW y beneficios fiscales (BF) para instalaciones fotovoltaicas.

**Países Bajos (NL):** Sistema conocido como SDE+. Se trata de un sistema de primas reguladas (FIP) para instalaciones eólicas y para instalaciones fotovoltaicas con potencia superior a 15 kW. La prima se calcula como la resta entre un precio base menos el precio de la electricidad en el mercado. Las primas se pagan mediante un impuesto aplicado a los consumidores eléctricos. El importe de este impuesto disminuye cuando aumenta el consumo. Para instalaciones fotovoltaicas con potencia inferior a 15 kW, se puede optar por el balance neto (BN). Existen además ayudas a la financiación (AF) y ayudas a la inversión (AI). Las ayudas a la inversión se conceden en base a los costes de la tecnología. Las tecnologías con menores costes son las primeras que reciben esta ayuda.

**Polonia (PL):** Sistema de cuotas o certificados verdes negociados (CVN). Se financia a través de la factura eléctrica de los consumidores. Para el futuro, se está planteando un sistema de subastas (SB). Además, como instrumentos secundarios, existen ayudas a la inversión (AI), ayudas a la financiación (AF) y beneficios fiscales (BF).

**Portugal (PT):** Sistema de tarifas reguladas (FIT). Se utiliza un sistema de subastas para la energía solar fotovoltaica con el fin de adjudicar la potencia a instalar y poder de esta forma regularla. Para la energía eólica existe un sistema de subasta (SB) en vigor que marca la tarifa a percibir. Como mecanismo secundario se puede optar a beneficios fiscales (BF).

**Rumanía (RO):** Sistema de cuotas o certificados verdes negociados (CVN). Existen CVN obligatorios y transitorios. El número de CVN percibidos por cada unidad de producción depende del tipo de tecnología. En 2012 se redujo sustancialmente la cantidad de CVN a percibir por

tecnología. Además hay ayudas a la inversión (AI). Si las instalaciones reciben este apoyo, se recorta el apoyo recibido a través de CVN.

**Suecia (SE):** Sistema de cuotas o certificados verdes negociados (CVN). Desde principios de 2012 existe un mercado de certificados verdes común para Suecia y Noruega. Hay ayudas a la inversión (AI) para instalaciones fotovoltaicas e instalaciones de energía eólica marina. Existen beneficios fiscales (BF) para energía eólica terrestre y para instalaciones de energía solar fotovoltaica con potencia inferior a 100 kW.

**Eslovenia (SI):** Las instalaciones menores de 5 MW pueden elegir una de las dos opciones disponibles: tarifas reguladas (FIT) o primas reguladas (FIP). Las instalaciones de potencia superior a 5MW deben acogerse al sistema de primas reguladas (FIP). Como apoyo secundario existen ayudas a la inversión (AI) y ayudas a la financiación (AF).

**Eslovaquia (SK):** Actualmente está en vigor un sistema de primas reguladas (FIP). Las primas son variables, reduciéndose si el productor recibe algún tipo de ayuda adicional. Para el futuro se ha propuesto un sistema de subastas (SB). Cuenta además con apoyos secundarios: ayudas a la inversión (AI) y beneficios fiscales (BF).

**Reino Unido (UK):** Sistema de cuotas obligatorias o certificados verdes negociables (CVN) y tarifas reguladas (FIT). El sistema de cuotas obliga al distribuidor eléctrico a que una determinada proporción de la energía vendida a los consumidores proceda de energías renovables. Los certificados se negocian con los productores y éstos los venden a los distribuidores. Existen penalizaciones para los distribuidores que no cumplan los cupos asignados. Se prevé que este mecanismo siga vigente al menos hasta el 31 de marzo de 2017. Las instalaciones menores de 5 MW pueden acogerse a las tarifas reguladas (FIT). En 2012 se redujeron las tarifas, introduciéndose regresiones. Existen además beneficios fiscales (BF) para ambas tecnologías.

## 3.4 ANÁLISIS DE LOS COSTES DEL APOYO A LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA UE

### 3.4.1 REVISIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA EXISTENTE

El análisis de los sistemas de apoyo a las tecnologías renovables ha sido un tema profundamente analizado en la última década, tal y como pone de manifiesto esta breve revisión bibliográfica.

Meyer (2003) es uno de los primeros autores en analizar los diferentes sistemas de apoyo existentes en varios países de la UE después de la publicación de la Directiva 2001/77/CE (Comisión Europea, 2001). El autor evalúa la equidad entre cuestiones medioambientales y de mercado en los diferentes sistemas de apoyo.

Dinica (2006) examina la promoción de las tecnologías renovables desde el punto de vista del inversor. El estudio concluye en que es necesaria una mínima seguridad del sistema de apoyo que permita una rentabilidad suficiente con bajos riesgos para el inversor.

Held *et al.* (2006) analizan el éxito de los sistemas de apoyo en la UE. Muestran que los mecanismos efectivos en la promoción de las energías renovables son frecuentemente rentables económicamente. Los autores llegan a la conclusión de que los mecanismos con bajo riesgo tienen menores requerimientos para los inversores y derivan en menores costes para la sociedad.

Del Río *et al.* (2010) identifican las interacciones entre los programas de promoción de eficiencia energética y de energías renovables y evalúan si la elección de instrumentos específicos afecta a estas interacciones.

Haas *et al.* (2011a) centran su investigación en la evolución histórica de los sistemas de apoyo a las energías renovable en Europa.

Batlle *et al.* (2012) analizan las ventajas y desventajas asociadas a los diferentes sistemas de apoyo a las tecnologías renovables.

La AIE ha publicado dos informes (AIE 2008; 2011) en los que se analizan los distintos instrumentos para promover las energías renovables y se estudia el funcionamiento de estos para las distintas tecnologías en los países de la en términos de eficacia, definida esta como la

capacidad para incrementar la penetración de las energías renovables, y minimización de los costes del apoyo para lograr esa penetración (AIE, 2008; 2011).

Mitchell *et al.* (2011) aportan un análisis muy amplio de los diferentes aspectos de la promoción pública de las energías renovables, incluyendo la justificación de la misma, los instrumentos y los beneficios de la promoción. Utilizan distintos criterios para evaluar los sistemas de apoyo: eficacia, eficiencia, equidad y viabilidad institucional.

Diversos proyectos europeos analizan de forma sistemática el funcionamiento de los instrumentos de apoyo a las renovables, centrando su atención en los costes del apoyo y la eficacia de dicho apoyo. Estos proyectos incluyen, entre otros, OPTRES (Ragwitz *et al.*, 2007), RE-Shaping (Steinhilber *et al.*, 2011) y DIA-CORE (Held *et al.*, 2014).

Otros autores analizan los beneficios de combinar distintos mecanismos de apoyo. Estas combinaciones pueden estar justificadas cuando un único mecanismo no es suficiente para incidir sobre varias barreras existentes en el desarrollo de una determinada tecnología (Ej.: Mitchell *et al.*, 2011; Philibert, 2011; Lehmann y Gawel, 2013; del Río y Mir-Artigues, 2014).

Otra bibliografía analizada incide sobre el impacto de los sistemas de apoyo sobre la innovación y competitividad (ej.: Johnstone *et al.*, 2010; del Río y Bleda, 2012)

A pesar de las opiniones positivas de la mayoría de los autores consultados, no todos los autores coinciden en el éxito de las políticas de apoyo a las energías renovables. De hecho, autores como Frondel *et al.* (2010), Fankhauser *et al.* (2011) y Hurt (2011) consideran que los sistemas de apoyo a las energías renovables son caros y no han conseguido en muchos casos los objetivos que perseguía su implantación.

### 3.4.2 DETERMINACIÓN DE LOS COSTES DEL APOYO EN LA EU

Existe una gran controversia entre diferentes autores acerca del mecanismo de apoyo más eficiente. En el pasado el debate ha estado centrado principalmente entre las diferencias de los sistemas basados en el precio (tarifas y primas reguladas) y los basados en la cantidad (certificados verdes negociados). Numerosos estudios empíricos muestran que los sistemas de apoyo a las energías renovables, particularmente los basados en tarifas reguladas (FIT) han favorecido el desarrollo de estas tecnologías, resultando más eficientes y efectivos que los mecanismos de apoyo basados en la cantidad (Ej.: Harmelink *et al.*, 2006; Gan *et al.*, 2007; Lipp, 2007; Fouquet y Johansson, 2008; Haas *et al.*, 2011b).

No existe el mecanismo de apoyo perfecto. Todos ellos tienen ventajas e inconvenientes. Las principales características de los sistemas de apoyo se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla 3.3. Características principales de los mecanismos de apoyo.

	<b>Apoyo directo al precio</b>	<b>Certificados verdes negociables</b>	<b>Subastas</b>
<b>Eficiencia</b>	Alta, cuando los niveles tarifarios están bien definidos. Mejor con sistemas que consideran las horas de funcionamiento.	Con un único producto se sobretribuye a las tecnologías más económicas. Mayor coste por mayor prima de riesgo. Problemas para definir correctamente la penalización.	En teoría elevada. En la práctica los costes administrativos y las penalizaciones generan ineficiencias.
<b>Competencia entre generadores</b>	Intensa para desarrollar los proyectos más eficientes.	Muy elevada, pero el riesgo intenso puede desincentivar la participación de agentes pequeños.	Sólo antes de la subasta. Los costes administrativos pueden reducir la competencia al desincentivar a los agentes pequeños.
<b>Riesgo para el regulador</b>	Riesgo reducido en precio. En cantidad, se puede limitar estableciendo límites de potencia a instalar.	Riesgo elevado en precio. En cantidad, relacionado principalmente con el nivel de penalización.	Riesgo elevado, tanto en cantidad como en precio.
<b>Riesgo para el productor</b>	Reducido, por lo que su prima de riesgo también lo será.	Muy elevado – riesgo de exceso de capacidad, de nivel de penalización, del precio del mercado de energía – entre otros.	Reducido – casi únicamente riesgo de penalizaciones por incumplimiento.
<b>Eficacia</b>	Alta	Media	Reducida
<b>Aplicación</b>	Sencilla	Muy compleja	Compleja

Fuente: Saénz de Miera (2007)

Como se ha explicado a lo largo de este capítulo, para la promoción de las tecnologías renovables todos los Estados miembros han implementado algún mecanismo de apoyo. Estos mecanismos se utilizan en prácticamente todas las tecnologías renovables. Las tecnologías objeto de esta investigación (energía eólica y energía solar fotovoltaica) reciben algún tipo de apoyo en todos los Estados miembros, tal y como se ha descrito en el apartado 3.3.2.

Los datos sobre los apoyos públicos proceden de los informes bianuales publicados por el Consejo Europeo de Reguladores Eléctricos (*Council of European Energy Regulators – CEER*) (CEER, 2011; 2013; 2015). Hay datos disponibles para el período 2009-2013. La participación de los Estados miembros ha variado a lo largo del período analizado. En 2009, catorce Estados miembros aportaron datos. Ese número ha ido aumentando, registrándose en 2012 la máxima participación con veintiún Estados miembros.

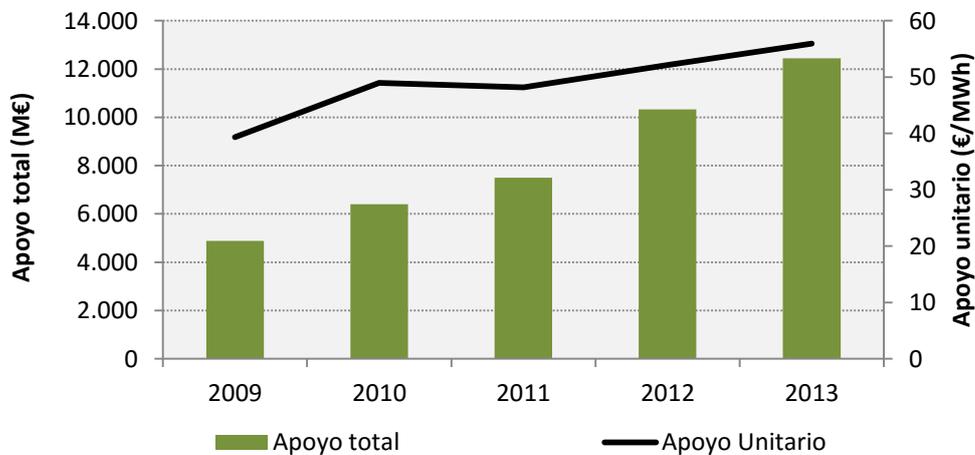
La Tabla 3.4 muestra el apoyo público total recibido por la energía eólica y el apoyo medio por unidad de producción en el período 2009-2013. La Tabla 3.5 muestra los mismos datos para la energía solar fotovoltaica:

Tabla 3.4. Apoyo total y unitario recibido por la energía eólica en los Estados miembros (2009-2013).

EM	Apoyo total (M€)					Apoyo unitario (€/MWh)				
	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
AT	59	62	41	74	128	31,02	30,95	21,55	30,85	43,14
BE	92	122	218	257	335	96,21	94,88	94,58	92,83	93,05
BG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CZ	9	14	25	27	35	30,48	41,84	63,56	66,30	74,96
DE	741	1.551	2.221	3.108	3.362	19,20	41,05	45,43	62,99	66,89
DK	215	-	-	202	389	32,19	-	-	20,80	36,62
EE	-	10	15	4	4	-	53,48	53,68	14,49	10,56
EL	-	-	-	22	71	-	-	-	7,03	17,05
ES	1.570	1.964	1.709	2.053	2.398	42,58	45,55	40,94	42,48	43,98
FI	-	2	2	9	33	-	6,90	11,97	68,63	64,14
FR	324	334	386	550	642	41,48	35,51	33,04	36,64	40,18
HR	-	-	-	13	23	-	-	-	44,52	50,28
HU	13	54	67	43	49	44,68	106,29	111,48	58,44	71,17
IE	-	-	-	42	-	-	-	-	11,44	-
IT	498	682	758	1.018	1.017	77,66	76,10	69,00	78,98	79,74
LT	17	-	-	28	27	42,00	-	-	52,62	44,80
LU	2	2	2	-	-	28,04	28,32	36,38	-	-
LV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NL	313	307	326	324	314	68,15	81,16	68,47	71,57	66,72
PL	-	-	-	315	430	-	-	-	68,52	70,84
PT	367	477	390	508	629	49,11	52,84	42,68	50,69	53,52
RO	-	16	75	148	261	-	55,00	65,17	56,06	57,71
SE	76	98	131	165	228	30,71	27,98	21,47	23,00	23,51
SI	-	0	0	-	-	-	95,38	95,38	-	-
SK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UK	586	707	1.130	1.418	2.071	62,72	69,63	72,71	72,82	74,36
<b>EU</b>	<b>4.883</b>	<b>6.403</b>	<b>7.493</b>	<b>10.329</b>	<b>12.447</b>	<b>39,32</b>	<b>48,98</b>	<b>48,15</b>	<b>52,15</b>	<b>55,92</b>

Fuente: CEER (2011; 2013; 2015).

Figura 3.2. Evolución de los apoyos totales y unitarios a la energía eólica en la UE (2009-2013).



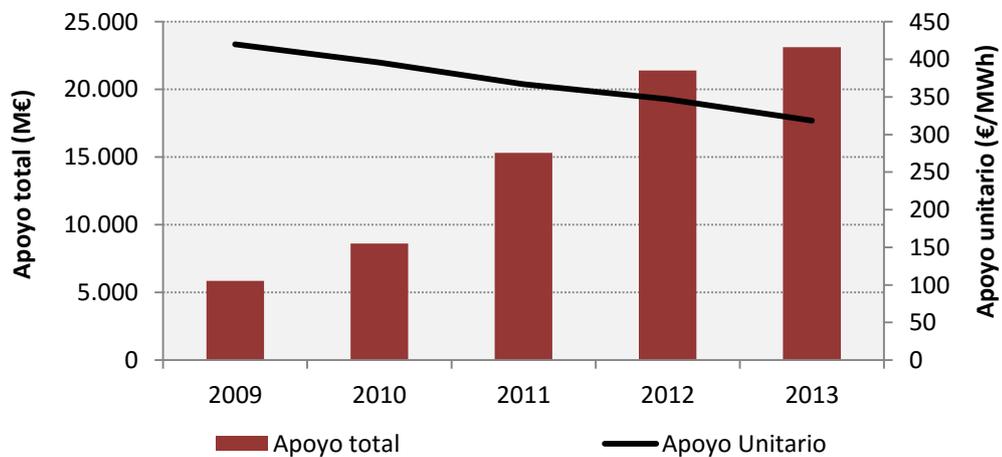
Fuente: CEER (2011; 2013; 2015).

Tabla 3.5. Apoyo total y unitario recibido por la energía solar fotovoltaica en los Estados miembros (2009-2013).

EM	Apoyo total (M€)					Apoyo unitario (€/MWh)				
	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
AT	11	15	21	34	54	523,33	295,40	263,64	251,90	205,48
BE	76	228	459	802	962	465,38	420,67	407,42	375,89	369,07
BG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CZ	40	268	943	965	900	464,31	435,83	432,33	462,13	448,04
DE	2.704	4.532	6.843	8.118	8.392	411,04	387,92	353,82	319,69	291,54
DK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EE	-	-	-	-	0	-	-	-	-	8,85
EL	-	-	-	546	1.164	-	-	-	361,13	318,92
ES	2.602	2.562	2.191	2.614	2.564	429,37	399,93	356,76	389,79	377,54
FI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FR	66	196	741	1.709	1.920	449,97	496,03	477,22	451,64	433,94
HR	-	-	-	1	3	-	-	-	379,85	270,05
HU	-	-	-	0	0	-	-	-	60,42	66,27
IE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IT	303	739	3.931	6.161	6.558	432,70	406,80	367,20	335,55	306,88
LT	0	-	-	1	9	454,55	-	-	367,01	191,97
LU	11	9	14	-	-	525,20	415,15	543,43	-	-
LV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NL	1	3	7	12	14	119,81	389,68	385,88	245,49	220,48
PL	-	-	-	0	0	-	-	-	68,43	70,47
PT	39	49	55	66	76	282,83	291,10	291,78	300,39	293,67
RO	-	0	0	0	24	-	55,00	78,74	56,18	57,70
SE	0	0	0	0	0	47,17	27,98	21,47	19,44	24,29
SI	-	4	17	-	-	-	350,88	343,07	-	-
SK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UK	1	5	100	377	490	62,75	199,63	290,37	291,72	256,94
<b>EU</b>	<b>5.855</b>	<b>8.610</b>	<b>15.322</b>	<b>21.407</b>	<b>23.128</b>	<b>420,01</b>	<b>396,02</b>	<b>366,96</b>	<b>347,00</b>	<b>318,59</b>

Fuente: CEER (2011; 2013; 2015).

Figura 3.3. Evolución de los apoyos totales y unitarios a la energía solar fotovoltaica en la UE (2009-2013).



Fuente: CEER (2011; 2013; 2015).

El apoyo público total y el apoyo público unitario han sido considerablemente superiores en los últimos años para la energía solar fotovoltaica que para la energía eólica, lo que explica las medidas de contención y las cancelaciones en las políticas de apoyo a esta tecnología en muchos Estados miembros, como se ha visto en el apartado 3.3.

Los apoyos totales a la energía eólica casi se han multiplicado por tres en el período analizado y el apoyo unitario medio ha aumentado en un 42%. En total en 2013, los 20 países con datos registrados sumaban 12.446 M€ en apoyos a esta tecnología. A lo largo del período analizado, tres países ostentan las primeras posiciones en cuanto al apoyo público total: Alemania, España y Reino Unido (3.362 M€, 2.398 M€ y 2.072 M€ respectivamente en 2013). Si nos centramos en los costes unitarios, en los últimos dos años Bélgica, Italia y República Checa (93,05 €/MWh, 79,74 €/MWh y 74,96 €/MWh respectivamente en 2013) son los países en los que existe un mayor apoyo unitario.

Los apoyos a la energía solar fotovoltaica fueron en 2013 de 23.128 M€, prácticamente el doble que los apoyos públicos a la energía eólica. En el período 2009-2013 estos apoyos se han multiplicado por cuatro. El coste unitario del apoyo está experimentando en los últimos años importantes reducciones, fruto de los sistemas de contención aplicados en muchos Estados miembros. El coste unitario medio en la UE para la energía solar fotovoltaica ha pasado de 420 €/MWh en 2009 a 319 €/MWh en 2013 (una reducción del 24%). En cualquier caso, el apoyo unitario medio a la energía solar fotovoltaica en la UE es casi seis veces superior al que recibe la energía eólica. Esto se justifica por los costes de generación nivelados (LCOE) de la energía solar fotovoltaica, los cuales, aunque se han reducido considerablemente en los últimos años, son elevados si se comparan con la energía eólica (IRENA, 2013). En los últimos tres años del período analizado, tres países han liderado los apoyos totales a la energía solar fotovoltaica: Alemania, Italia y España (8.392 M€, 6.558 M€ y 2.564 M€ respectivamente en 2013), mientras que los apoyos unitarios más elevados se registraron en el período analizado en la República Checa y Francia (448 €/MWh y 434 €/MWh respectivamente en 2013).

Los datos obtenidos coinciden con los de otros análisis. En el caso del análisis de costes llevado a cabo por Breitschopf y Held (2014), dentro del proyecto europeo DIA-CORE, se estimaban unos costes del apoyo público para Alemania en 2012 de 14.200 M€ para todas las renovables. Estos resultados están en línea con los obtenidos en esta investigación (11.226 M€ para las tecnologías eólica y solar fotovoltaica).

## 3.5 CONCLUSIONES

Los costes privados de las energías renovables son, por lo general, superiores a los de las tecnologías fósiles. Existen dos razonamientos que justifican el uso de apoyos públicos para cubrir esa diferencia de costes. Una son las externalidades o fallos de mercado que provocan, que al no estar consideradas en el precio de la electricidad hacen que el coste social de las energías fósiles (suma de los costes privados y las externalidades) supere al de las renovables. La otra son los beneficios medioambientales y socioeconómicos asociados a las energías renovables que no poseen las tecnologías fósiles.

Todos los Estados miembros de la UE utilizan algún mecanismo de apoyo para la promoción de las energías renovables y la Comisión Europea respalda su uso, siempre y cuando estos apoyos estén optimizados. De hecho, la mayoría de Estados miembros utiliza combinaciones de varios mecanismos de apoyo.

En el período 2009-2013 la mayoría de los países utilizaba mecanismos de apoyo basados en el precio: tarifas reguladas y primas reguladas. En los últimos años se aprecia una tendencia generalizada en todos los Estados miembros al uso de primas reguladas y sistemas de subastas, tal y como ha aconsejado la Comisión Europea en recientes comunicaciones.

En el período 2009-2013, la energía eólica ha recibido en total cerca de 38.000 M€ de ayudas en la UE. Los apoyos públicos a la energía solar fotovoltaica son prácticamente el doble en el mismo período (74.000 M€).

### 3.6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIE (2008). *Deploying renewables*. Agencia Internacional de la Energía. Paris, Francia. 186pp. ISBN 978-92-64-04220-9.
- AIE (2011). *Deploying renewables*. Agencia Internacional de la Energía. Paris, Francia. 202pp. ISBN: 978-92-64-12490-5.
- Alberici S., Boeve S., van Breevoort P., Deng Y., Förster S., Gardiner A., van Gastel V., Grave K, Groenenberg H., de Jager D., Klaassen E., Pouwels W., Smith M., de Visser E., Winkel T., Wouters K. (2014). Subsidies and costs of EU energy. Informe realizado por Ecofys bajo el encargo de la Comisión Europea. Proyecto Nº: DESNL14583. 71pp. Disponible en: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ECOFYS%202014%20Subsidies%20and%20costs%20of%20EU%20energy\\_11\\_Nov.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ECOFYS%202014%20Subsidies%20and%20costs%20of%20EU%20energy_11_Nov.pdf)
- Batlle C., Pérez-Arriaga I.J., Zambrano-Barragán P. (2012). Regulatory design for RES-E support mechanisms: Learning curves, market structure, and burden-sharing. *Energy Policy*; **41**: 212-20.
- CEER (2011). Report on Renewable Energy Support in Europe. Consejo Europeo de Reguladores Energéticos. Ref: C10-SDE-19-04a. Bruselas, Bélgica. 22pp. Disponible en: [http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER\\_HOME/EER\\_PUBLICATIONS/CEER\\_PAPERS/Electricity](http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER_HOME/EER_PUBLICATIONS/CEER_PAPERS/Electricity)
- CEER (2013). Status Review of Renewable and Energy Efficiency Support Schemes in Europe. Consejo Europeo de Reguladores Energéticos. Ref: C12-SDE-33-03. Bruselas, Bélgica. 53pp. Disponible en: [http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER\\_HOME/EER\\_PUBLICATIONS/CEER\\_PAPERS/Electricity](http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER_HOME/EER_PUBLICATIONS/CEER_PAPERS/Electricity)
- CEER (2015). Status Review of Renewable and Energy Efficiency Support Schemes in Europe in 2012 and 2013. Consejo Europeo de Reguladores Energéticos. Ref: C14-SDE-44-03. Bruselas, Bélgica. 67pp. Disponible en: [http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER\\_HOME/EER\\_PUBLICATIONS/CEER\\_PAPERS/Electricity](http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER_HOME/EER_PUBLICATIONS/CEER_PAPERS/Electricity)

- Comisión Europea (2001). Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2001, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad.
- Comisión Europea (2014). Comunicación de la Comisión. *Directrices sobre ayudas estatales en materia de protección del medio ambiente y energía 2014-2020*. 2014/C 200/01.
- Comisión Europea (2015). RES Legal Europe. Disponible en: <http://www.res-legal.eu/>
- Couture T., Gagnon Y. (2010). An analysis of feed-in tariff remuneration models: implications for renewable energy investment. *Energy Policy*; **38 (2)**: 955–65.
- Del Río P. (2010). Analysing the interactions between renewable energy promotion and energy efficiency support schemes: The impact of different instruments and design elements. *Energy Policy*; **38 (9)**: 4978-89.
- Del Río P., Bleda M. (2012). Comparing the innovation effects of support schemes for renewable electricity technologies: A function of innovation approach. *Energy Policy*; **50**: 272-82.
- Del Río, P. (2014). On evaluating success in complex policy mixes: the case of renewable energy support schemes. *Policy Sciences*; **47(3)**: 267-87.
- Del Río P., Mir-Artigues P. (2014). Combinations of support instruments for renewable electricity in Europe: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; **40**: 287-295.
- Del Río P., Linares P. (2014). Back to the future? Rethinking auctions for renewable electricity support. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; **35**: 42-56.
- Dinica V. (2006). Support systems for the diffusion of renewable energy technologies—an investor perspective. *Energy Policy*; **34 (4)**: 461–80.
- Fankhauser S., Hepburn C., Park J.(2011). Combining Multiple Climate Policy Instruments: How Not to do it. Working Paper no. 48. Centre for Climate Change Economics and Policy, London/Leeds, Reino Unido. 24pp. Disponible en: [http://www.cccep.ac.uk/Publications/Working-papers/Papers/40-49/WP48\\_climate-policy-instruments\\_Feb11.pdf](http://www.cccep.ac.uk/Publications/Working-papers/Papers/40-49/WP48_climate-policy-instruments_Feb11.pdf)
- Fouquet D., Johansson T.B. (2008). European renewable energy policy at crossroads—focus on electricity support mechanisms. *Energy Policy*; **36**: 4079–92.

- Foxon T.J., Gross R., Chase A., Howes J., Arnall A., Anderson D. (2005). UK innovation systems for new and renewable energy technologies: drivers, barriers and system failures. *Energy Policy*; **33**: 2123–37.
- Frondel M., Ritter N., Schmidt C.M., Vance C. (2010). Economic impacts from the promotion of renewable energy technologies: the German experience. *Energy Policy*; **38**: 4048–56.
- Gan L., Eskeland G., Kolshus H.H. (2007). Green electricity market development: lessons from Europe and the US. *Energy Policy*; **35**: 144–55.
- Gobierno de España (2013). Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico. Publicado en BOE nº 167 de 13 de julio de 2013.
- Haas R., Panzer C., Resch G., Ragwitz M., Reece G., Held A. (2011a). A historical review of promotion strategies for electricity from renewable energy sources in EU countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; **15 (2)**: 1003–34.
- Haas R., Ragwitz M., Resch G., Panzer C., Busch S., Held A. (2011b). Efficiency and effectiveness of promotion systems for electricity generation from renewable energy sources—lessons from EU countries. *Energy*; **36 (4)**: 2186–93.
- Harmelink M., Voogt M., Cremer C. (2006). Analysing the effectiveness of renewable energy supporting policies in the European Union. *Energy Policy*; **34**: 343–51.
- Held A., Haas R., Ragwitz M. (2006). On the success of policy strategies for the promotion of electricity from renewable energy sources in the EU. *Energy & Environment*; **17 (6)**: 849–68.
- Held A., Ragwitz M., Boie I., Wigand F., Janeiro L., Klessmann C., Nabe C., Hussy C., Neuhoff K., Grau T., Schwenen S. (2014). Assessing the performance of renewable energy support policies with quantitative indicators – Update 2014. Proyecto Europeo DIA-CORE (Energía Inteligente para Europa). Contrato N°: IEE/12/833/SI2.645735. 95pp. Disponible en: [http://diacore.eu/images/files2/MyFolder/D2.1\\_Assessing\\_the\\_performance\\_of\\_renewable\\_energy\\_support\\_policies\\_with\\_quantitative\\_indicators\\_Update\\_2014.pdf](http://diacore.eu/images/files2/MyFolder/D2.1_Assessing_the_performance_of_renewable_energy_support_policies_with_quantitative_indicators_Update_2014.pdf)
- Hurt J. (2011). Renewable Energy Subsidies Are a Waste of Money: Part 2. Disponible en: <http://blog.heartland.org/2011/10/renewable-energy-subsidies-are-a-waste-of-money-part-2/>

- IRENA (2013). Renewable Power Generation Costs in 2012: An Overview. Agencia Internacional de la Energía. Abu Dhabi, Emiratos Árabes. 92pp. Disponible en: [http://costing.irena.org/media/2769/Overview\\_Renewable-Power-Generation-Costs-in-2012.pdf](http://costing.irena.org/media/2769/Overview_Renewable-Power-Generation-Costs-in-2012.pdf)
- IRENA-IEA (2015). Joint Policies and Measures database. Agencia Internacional de las Energías Renovables y Agencia Internacional de la Energía. Disponible en: <http://www.iea.org/policiesandmeasures/renewableenergy/>
- Johnstone N., Hascic I., Popp D. (2010). Renewable energy policies and technological innovation: evidence based on patent counts. *Environmental and Resource Economics*; **45**: 133–55.
- Lehmann P., Gawel E. (2013). Why should support schemes for renewable electricity complement the EU emissions trading scheme? *Energy Policy*; **52**: 597–607.
- Lipp, J. (2007). Lessons for effective renewable electricity policy from Denmark, Germany and the United Kingdom. *Energy Policy*; **35**: 5481–95.
- Meyer N.I. (2003). European schemes for promoting renewables in liberalised markets. *Energy Policy*; **31 (7)**: 665–76.
- Mir-Artigues P., del Río P. (2014). Combining tariffs, investment subsidies and soft loans in a renewable electricity deployment policy. *Energy Policy*; **69**: 430-42.
- Mitchell C., Sawin J.L., Pokharel G.R., Kammen D., Wang Z., Fifita S. *et al.* (2011). *Policy, Financing and Implementation*. IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. In: Edenhofer O., Pichs-Madruga R., Sokona Y., Farahani E., Kadner S., Seyboth K. *et al.* (eds.). Cambridge, Cambridge University Press.
- Neuhoff K., Dröge S., Edenhofer O., Flachslund C., Held A., Ragwitz M., Strohschein J., Türk A. y Michaelowa A. (2009). Translating model results into economic policies. RECIPE Working paper. Disponible en: [www.pik-potsdam.de/recipe](http://www.pik-potsdam.de/recipe)
- Owen A.D. (2006). Renewable energy: Externality costs as market barriers. *Energy Policy*; **34**: 632–42.
- Philibert C. (2011). Interactions of policies for renewable energy and climate. Working paper. Agencia Internacional de la Energía. París, Francia. 26pp. Disponible en: [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/interactions\\_policies.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/interactions_policies.pdf)

- Ragwitz M., Held A., Resch G., Faber T., Haas R., Huber C., Coenraads R., Voogt M., Reece G., Morthorst P.E., Jensen S.G., Konstantinaviciute I., Heyder B. (2007). Assessment and optimisation of renewable energy support schemes in the European electricity market. Informe final del proyecto europeo OPTRES (Energía Inteligente para Europa). Contrato N°: EIE/04/073/S07.38567. Disponible en: <https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/projects/optres>
- Saénz de Miera G. (2007). La regulación, clave para el desarrollo de las energías renovables. *Economía industrial*; **364**: 163-77.
- Sáenz de Miera G., del Río P., Vizcaíno I. (2008). Analysing the impact of renewable electricity support schemes on power prices: The case of wind electricity in Spain. *Energy Policy*; **36 (9)**: 3345-59.
- Schilling M., Chiang L. (2011). The effect of natural resources on a sustainable development policy: The approach of non-sustainable externalities. *Energy Policy*; **39 (2)**: 990-98.
- Steinhilberm S., Ragwitz M., Rathmann M., Klessmann C., Noothout P. (2011). D17 Report: Indicators assessing the performance of renewable energy support policies in 27 Member States. Proyecto europeo RE-Shaping: Shaping an effective and efficient European renewable energy market (Energía Inteligente para Europa). Contrato N°: EIE/08/517/SI2.529243. 111pp. Disponible en: [http://www.reshaping-res-policy.eu/downloads/RE-Shaping%20D17\\_Report\\_update%202011\\_final.pdf](http://www.reshaping-res-policy.eu/downloads/RE-Shaping%20D17_Report_update%202011_final.pdf)
- Stern N. (2006). *Stern Review on the economics of climate change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 662pp.
- Soliño M., Vázquez M.X., Prada A. (2009). Social demand for electricity from forest biomass in Spain: Does payment periodicity affect the willingness to pay? *Energy Policy*; **37 (2)**: 531-40.
- Sundqvist T. (2004). What causes the disparity of electricity externality estimates? *Energy Policy*; **32 (15)**: 1753-66.

## Capítulo 4

---

# IMPACTOS ECONÓMICOS DEBIDOS A LA REDUCCIÓN DE EMISIONES Y AL AHORRO DE COMBUSTIBLES

---

La metodología presentada en este capítulo y los resultados para el caso concreto de España se han publicado en:

Ortega M., del Río P., Montero E.A. (2013). Assessing the benefits and costs of renewable electricity. The Spanish case. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; **27**: 294-304.



## CAPÍTULO 4. IMPACTOS ECONÓMICOS DEBIDOS A LA REDUCCIÓN DE EMISIONES Y AL AHORRO DE COMBUSTIBLES

4.1	Introducción .....	89
4.2	Metodología.....	91
4.2.1	Antecedentes .....	91
4.2.2	Herramienta para el cálculo de factores de emisión en un sistema eléctrico .....	93
4.2.3	Adaptación metodológica .....	99
4.2.4	Cálculo de los ahorros económicos.....	106
4.3	Resultados.....	119
4.3.1	Ahorros por la reducción de combustibles fósiles .....	119
4.3.2	Ahorros vinculados a las emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas .....	123
4.4	Discusión .....	125
4.4.1	Análisis de los ahorros por la reducción del uso de combustibles fósiles .....	125
4.4.2	Análisis de los ahorros por las emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas .....	126
4.4.3	Comparación con estudios similares.....	127
4.5	Conclusiones .....	129
4.6	Referencias bibliográficas .....	130

# 4. IMPACTOS ECONÓMICOS DEBIDO A LA REDUCCIÓN DE EMISIONES Y AL AHORRO DE COMBUSTIBLE

## 4.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se analizan los dos principales beneficios económicos asociados al desarrollo de las energías renovables: los derivados de la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y los procedentes de la reducción del consumo de combustibles fósiles. De acuerdo con la clasificación realizada por Breitschopf y Held (2014), los primeros pertenecen al grupo de impactos sobre el sistema, mientras que los segundos corresponden al grupo de impactos macroeconómicos (véase Figura 1.1)

Los beneficios del desarrollo de las energías renovables eléctricas en términos de reducción de emisiones son indiscutibles y existen numerosas referencias sobre ello en la literatura, y en particular en el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (PICC) – Ej.: Mitchell *et al.* (2011) y PICC (2014). También la UE ha reconocido en numerosas ocasiones estos beneficios medioambientales (Ej.: Comisión Europea, 2010a; Comisión Europea, 2013).

Varios autores han cuantificado los beneficios ambientales que las energías renovables aportan al sistema. García-Redondo y Román-Collado (2014), calculan los beneficios del ahorro de emisiones debido a la introducción de las energías renovables en el sistema eléctrico español, suponiendo que las energías renovables son sustituidas por centrales de ciclo combinado y centrales de carbón. Weigt *et al.* (2013) utilizan un modelo matemático, que minimiza los costes de generación para un nivel fijo de demanda, para calcular los ahorros derivados de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> en Alemania en el período 2006-2010. Marcantonini y Ellerman (2013) analizan los costes y los beneficios del desarrollo de las energías eólica y solar fotovoltaica en el período 2006-2010 en Alemania. Utilizan el mismo modelo de cálculo que Weigt *et al.* (2013).

Los ahorros de importaciones de combustibles fósiles en la UE se han analizado por la Comisión Europea (Comisión Europea, 2014). Otros estudios, como por ejemplo el de

Lütkenhorst y Pegels (2014) y el de Lehr *et al.* (2012), ponen de manifiesto el interés creciente por este tema y analizan entre otros ambos impactos, para caso concreto de Alemania.

No hay constancia de un estudio a nivel europeo que analice ambos beneficios en cada Estado miembro. El principal objetivo de este capítulo es llenar este vacío y cuantificar en términos económicos los beneficios derivados de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y del consumo de combustibles fósiles por las energías eólica y fotovoltaica en cada Estado miembro en el período 2008-2013. Para lograr este objetivo, se ha adaptado una herramienta creada por la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Esta herramienta originariamente se utiliza para la cuantificación de las emisiones evitadas por proyectos de aplicación de mecanismos de desarrollo limpio (MDL) (CMNUCC; 2013). El uso de esta herramienta, avalada por la comunidad internacional, confiere mayor rigor a los resultados.

En este capítulo se analizarán los impactos económicos debidos al ahorro de combustibles fósiles y a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> propiciados por la incorporación al sistema eléctrico de las energías eólica y solar fotovoltaica. El capítulo se estructura de la siguiente forma: en primer lugar, en la sección 4.2 se explica la metodología seguida en el análisis. A continuación, en la sección 4.3 se muestran los resultados obtenidos. La sección 4.4 analiza en mayor detalle estos resultados comparándolos con los obtenidos en otros estudios llevados a cabo con la aplicación de metodologías diferentes. Finalmente, en la sección 4.5 se presentan las conclusiones de este capítulo. En el Anexo II se muestra la producción eléctrica y las importaciones de electricidad por Estado miembro para el período considerado y los Anexos III y IV se presentan los resultados.

## 4.2 METODOLOGÍA

### 4.2.1 ANTECEDENTES

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), adoptada en Nueva York el 9 de mayo de 1992, se ratificó por la Comunidad Europea mediante la Decisión 94/69/CE, de 15 de diciembre de 1993, entrando en vigor el 21 de marzo de 1994 (Comisión Europea, 1993). La CMNUCC no contemplaba compromisos vinculantes respecto a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para los países que la adoptaron pero estableció los principios básicos de la lucha contra el cambio climático, reforzando la concienciación pública sobre asuntos medioambientales.

A partir de la Convención Marco, en 1997 la UE y otros 37 países industrializados o economías de transición, reconocieron los elevados niveles de emisiones de GEI y acordaron unos compromisos jurídicamente vinculantes de reducción o limitación de emisiones en el Protocolo de Kioto.

El Protocolo de Kioto entró en vigor en 2005 y establecía que las emisiones de GEI de los países industrializados debían reducirse al menos un 5% por debajo de los niveles de 1990 en el período 2008-2012, conocido como primer período de compromiso del Protocolo de Kioto.

En la UE este compromiso se asumió de forma conjunta y se realizó un reparto interno entre los Estados miembros, de acuerdo con el artículo 4 del Protocolo de Kioto, por lo que los compromisos asumidos por cada Estado miembro variaban en función de una serie de parámetros de referencia. Los Estados que eran miembros de la UE antes de 2004 debían reducir conjuntamente sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 8% entre los años 2008 y 2012. Los Estados miembros que se incorporaron a la UE después de esa fecha se comprometían a reducir sus emisiones en un 8%, a excepción de Polonia y Hungría (6%). Malta y Chipre no están incluidos en el Anexo I de la Convención Marco.

En la cumbre de Doha de 2012, se acordó dar continuidad al marco jurídico del Protocolo de Kioto, con un segundo período de compromiso a partir del 1 de enero de 2013.

En el período 2013-2020, la UE tiene intención de reducir las emisiones de GEI en un 20% con respecto al año 1990, en línea con el Paquete Europeo de Energía y Cambio Climático (Comisión Europea, 2010b).

El Protocolo de Kioto se aplica a las emisiones de seis GEI: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

Se proponen diversas medidas para alcanzar los objetivos propuestos en los países desarrollados y con economías en transición (Anexo I del Protocolo de Kioto), fundamentalmente el aumento de la eficiencia energética, fomento de la agricultura sostenible y desarrollo de fuentes de energías renovables. Además, el Protocolo considera tres mecanismos de flexibilidad a ser aplicados por los países del Anexo I: comercio de emisiones, mecanismos de desarrollo limpio y mecanismos de aplicación conjunta. La inclusión de estos mecanismos en el Protocolo de Kioto tiene su base en el carácter global que supone el cambio climático y, por lo tanto, el efecto, independiente de su origen, que tienen las reducciones de emisiones sobre el cambio climático. La aplicación de los mecanismos de flexibilidad permite a los países del Anexo I el cumplimiento de sus compromisos de reducción y limitación de emisiones y además promueve el desarrollo sostenible de los países en desarrollo (no incluidos en el Anexo I) a través de la utilización de tecnologías limpias. Los mecanismos de flexibilidad en general y el mecanismo de desarrollo limpio (MDL) en particular contribuyen a los tres pilares fundamentales de la sostenibilidad: medio ambiente, economía y sociedad (del Río, 2007).

## **A. Comercio de emisiones**

El uso de este mecanismo está contemplado en el artículo 17 del Protocolo de Kioto. Permite a países del Anexo I adquirir créditos de otros países también del Anexo I para alcanzar los compromisos adquiridos en el Protocolo. De esta forma, aquellos países que consigan reducir sus emisiones por encima de lo comprometido, podrán vender los créditos o derechos de emisión a otros países que no hayan podido cumplir con los objetivos.

El sistema de comercio que se regula en el artículo 17 es un instrumento ambiental que asigna a cada país una cuota total de derechos de emisión, que representan el límite global de emisiones que pueden alcanzarse. Bajo este régimen, los países del Anexo I, o las personas jurídicas autorizadas por los mismos, pueden intercambiar en el mercado, los distintos tipos de unidades contables reconocidas por el Protocolo de Kioto. Estas unidades son:

- *Unidades de reducción de emisiones (URE)* debidas a proyectos de aplicación conjunta.
- *Reducciones certificadas de emisiones (RCE)* generadas por proyectos MDL.
- *Unidades de absorción (UDA)* procedentes de actividades en sumideros.

- *Unidades de cantidad atribuida (UCA)* inicialmente asignadas a cada país.

Para evitar que se vendan en exceso los diferentes tipos de unidades cada país del Anexo I debe de tener un número mínimo de unidades de emisión fuera del mercado de emisiones, es lo que se denomina “reserva del período de compromiso”.

## **B. Mecanismo de desarrollo limpio (MDL)**

Este mecanismo previsto en el artículo 12 del Protocolo de Kioto permite a los países del Anexo I realizar proyectos que conlleven la reducción de emisiones en países no incluidos en dicho Anexo. De esta forma, el país del Anexo I recibe los créditos debidos a la reducción de emisiones de los proyectos, a través de las llamadas reducciones certificadas de emisiones (RCE) y los puede utilizar para cumplir con los objetivos del Protocolo. El país receptor también obtiene beneficios pues la transferencia de tecnologías limpias contribuye al desarrollo sostenible del mismo.

## **C. Mecanismo de aplicación conjunta**

Este mecanismo contempla que los países del Anexo I puedan llevar a cabo inversiones en proyectos de reducción de emisiones o de fijación de carbono en otros países del Anexo I. El país receptor, se descuenta las unidades de reducción de emisiones (URE) del proyecto, que adquiere el país inversor.

Las ventajas son para ambos países. Para el país inversor puesto que puede beneficiarse de la adquisición de URE a un precio menor del que le hubiera costado reducir sus emisiones en su ámbito nacional. Las URE pueden utilizarse para cumplir sus compromisos en el Protocolo de Kioto. El potencial país receptor se beneficiará de la inversión en tecnologías limpias.

### **4.2.2 HERRAMIENTA PARA EL CÁLCULO DE FACTORES DE EMISIÓN EN UN SISTEMA ELÉCTRICO**

La CMNUCC pone a disposición de los usuarios la “*Herramienta para calcular el factor de emisiones de un sistema eléctrico*” (CMNUCC, 2013) que permite el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> desplazadas por la introducción de proyectos MDL en sistemas eléctricos locales. Es decir, la ejecución de proyectos que inyecten electricidad limpia a la red (energías renovables) o

conlleven ahorros de energía eléctrica para la red (proyectos de eficiencia energética). La versión utilizada corresponde a la tratada en la reunión del Consejo Ejecutivo del 4 de octubre de 2013.

Esta herramienta es la que ha servido de base en la elaboración de la metodología utilizada en esta investigación. Se trata de una novedosa adaptación, puesto que esta metodología nunca antes se había empleado para el cálculo de los ahorros asociados a la reducción de emisiones y al ahorro de combustibles fósiles a nivel regional.

Originalmente la metodología de la CMNUCC se utiliza para determinar los factores de emisión de CO<sub>2</sub> debidos a la sustitución en un sistema eléctrico de fuentes de electricidad convencionales por fuentes renovables. De acuerdo con esta metodología, los factores de emisión pueden ser calculados aplicando tres enfoques diferentes:

**(1) Margen operativo (OM).** El factor de emisión obtenido por el margen operativo es el promedio de todos los factores de emisión de CO<sub>2</sub> de los generadores de energía eléctrica que operan en una determinada red. Se refiere al grupo de generadores existentes cuya producción eléctrica podría verse afectada por la entrada de proyectos de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> (proyectos MDL). La electricidad generada por proyectos de energías renovables reemplazaría a la electricidad generada por las plantas ya existentes en el sistema eléctrico del país y el funcionamiento del mismo podría verse afectado.

En función del modo de cálculo empleado, el margen operativo puede clasificarse en los siguientes tipos:

- **OM Simple.** Se calcula a partir de la Ecuación 4.1 y es el promedio ponderado (en base a la generación neta de energía) de las emisiones de CO<sub>2</sub> de todos los generadores del sistema, excluyendo los denominados “*low-cost/must-run*”<sup>2</sup>, por unidad eléctrica neta (en tCO<sub>2</sub>/MWh). El factor de emisión OM Simple puede ser utilizado únicamente si la generación “*low-cost/must-run*” supone menos del 50% de la generación total del sistema. Si el porcentaje es mayor, se recomienda el uso del OM Promedio u OM Simple Ajustado.

$$FE_{\text{sistema,OM Simple},y} = \frac{\sum_m EG_{m,y} \cdot FE_{m,y}}{\sum_m EG_{m,y}} \quad \text{Ecuación 4.1}$$

---

<sup>2</sup> Se definen como generadores “*low-cost/must-run*” a aquellos cuyo coste marginal de generación es bajo o pueden despacharse independientemente de la carga diaria o estacional de la red. Típicamente están incluidas todas las energías renovables y la energía nuclear.

Donde:

$FE_{\text{sistema, OM Simple}, y}$	=	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> Margen Operativo Simple en el año $y$ (tCO <sub>2</sub> /MWh)
$EG_{m,y}$	=	Electricidad neta generada por la planta eléctrica $m$ en el año $y$ (MWh)
$FE_{m,y}$	=	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> de la planta eléctrica $m$ en el año $y$ (tCO <sub>2</sub> /MWh)
$m$	=	Todas las plantas eléctricas que conforman el sistema excepto las plantas “ <i>low-cost/must-run</i> ”
$y$	=	Año de monitorización (opción ex-post)

- **OM Simple Ajustado.** Es una variante del OM Simple, que considera por separado a los generadores “*low-cost/must-run*” incluyendo las importaciones ( $k$ ) y a los generadores de energía eléctrica que no pertenecen a este grupo ( $j$ ). Se calcula en base a la energía neta generada por cada planta y su factor de emisión, según la Ecuación 4.2.

$$FE_{\text{sistema, OM-Ajust}, y} = (1 - \lambda_y) \cdot \frac{\sum_j EG_{j,y} \cdot FE_{j,y}}{\sum_m EG_{j,y}} + \lambda_y \cdot \frac{\sum_k EG_{k,y} \cdot FE_{k,y}}{\sum_m EG_{k,y}} \quad \text{Ecuación 4.2}$$

Donde:

$FE_{\text{sistema, OM-Ajust}, y}$	=	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> Margen Operativo Simple Ajustado en el año $y$ (tCO <sub>2</sub> /MWh)
$\lambda_y$	=	Factor que expresa el porcentaje de tiempo en que las unidades “ <i>low-cost/must-run</i> ” tienen un coste marginal positivo en el año $y$ .
$EG_{j,y}$	=	Electricidad neta generada por la planta eléctrica $j$ (“ <i>low-cost/must-run</i> ”) en el año $y$ (MWh)
$FE_{j,y}$	=	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> de la planta eléctrica $j$ (“ <i>low-cost/must-run</i> ”) en el año $y$ (tCO <sub>2</sub> /MWh)
$j$	=	Todas las plantas eléctricas “ <i>low-cost/must-run</i> ” del sistema.
$EG_{k,y}$	=	Electricidad neta generada por la planta eléctrica $k$ (planta no “ <i>low-cost/must-run</i> ”) en el año $y$ (MWh)
$FE_{k,y}$	=	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> de la planta eléctrica $k$ (planta no “ <i>low-cost/must-run</i> ”) en el año $y$ (tCO <sub>2</sub> /MWh)
$k$	=	Todas las plantas eléctricas no pertenecientes al grupo “ <i>low-cost/must-run</i> ” del sistema.
$y$	=	Año de monitorización (opción ex-post)

- **OM por análisis de datos de despacho.** El factor de emisión OM por análisis de datos de despacho se calcula utilizando los datos de las plantas de energía que venden electricidad al

coste marginal de cada hora (h). Este enfoque no puede aplicarse a datos históricos y requiere una monitorización anual de  $FE_{\text{sistema,OM-DD}}$ . Se calcula aplicando la Ecuación 4.3.

$$FE_{\text{sistema,OM-DD},y} = \frac{\sum_h EG_{PJ,h} \cdot EF_{DD,h}}{\sum_m EG_{PJ,y}} \quad \text{Ecuación 4.3}$$

Donde:

$FE_{\text{sistema,OM-DD},y}$	=	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> Margen Operativo por análisis datos de despacho en el año $y$ (tCO <sub>2</sub> /MWh)
$EG_{PJ,h}$	=	Electricidad desplazada por el proyecto en la hora $h$ en el año $y$ (MWh)
$FE_{DD,h}$	=	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> de las plantas que despachan primero en la hora $h$ y en el año $y$ (tCO <sub>2</sub> /MWh)
$EG_{PJ,y}$	=	Electricidad total desplazada por el proyecto en el año $y$ (MWh)
$h$	=	Horas en el año $y$ en las que el proyecto está desplazando energía eléctrica de la red.
$y$	=	Año de monitorización

- **OM Promedio.** El factor de emisión OM Promedio se calcula como el promedio de los factores de emisión de todas las plantas que forman el sistema, usando la Ecuación 4.1, que es la utilizada para el cálculo del factor de emisión OM Simple, pero considerando en la ecuación todas las plantas del sistema eléctrico, incluidas las plantas “*low-cost/must-run*”.

**(2) Margen de construcción (BM).** El factor de emisión obtenido por el margen de construcción se refiere a las plantas cuya construcción podría verse afectada (o se habría visto afectada) por las plantas de energías renovables propuestas. La electricidad generada con renovables podría reemplazar (o haber reemplazado) a la electricidad generada por plantas que han debido retrasarse e incluso cancelarse por la construcción de las plantas renovables. En otras palabras, este enfoque se refiere a las emisiones de CO<sub>2</sub> que desplazaría un proyecto MDL considerando sólo las emisiones que tienen las plantas más recientes del sistema eléctrico.

Para identificar el grupo de plantas a incluir en el cálculo del margen de construcción, se pueden utilizar dos criterios. El primero es considerar las cinco últimas plantas construidas y el segundo es incluir las plantas que han sido construidas recientemente y que sumadas supongan el 20% de la generación del sistema eléctrico. Una planta se considera construida a partir de la fecha en la que comienza a verter energía a la red. Se calcula aplicando la Ecuación 4.4:

$$FE_{\text{sistema,BM},y} = \frac{\sum_m EG_{m,y} \cdot FE_{m,y}}{\sum_m EG_{m,y}} \quad \text{Ecuación 4.4}$$

Donde:

$FE_{\text{sistema, BM}, y}$	=	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> Margen de Construcción en el año y (tCO <sub>2</sub> /MWh)
$EG_{m,y}$	=	Electricidad neta generada por la planta eléctrica $m$ en el año y (MWh)
$FE_{m,y}$	=	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> de la planta eléctrica $m$ en el año y (tCO <sub>2</sub> /MWh)
$m$	=	Plantas y/o tecnologías incluidas en el margen de construcción
$y$	=	Año más reciente con datos disponibles

**(3) Margen Combinado (CM).** Este factor de emisión se obtiene como media ponderada de los factores de emisión OM y BM. Se aplica la Ecuación 4.5:

$$FE_{\text{sistema,CM},y} = w_{OM} \cdot FE_{\text{sistema,OM},y} + w_{BM} \cdot FE_{\text{sistema,BM},y} \quad \text{Ecuación 4.5}$$

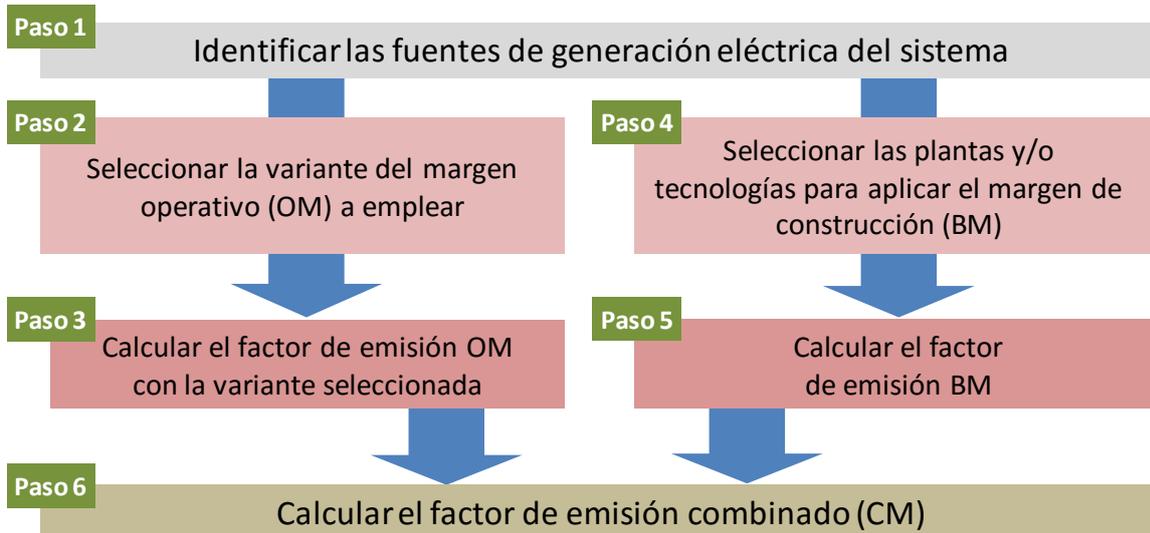
Donde:

$FE_{\text{sistema, CM}, y}$	=	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> Margen Combinado en el año y (tCO <sub>2</sub> /MWh)
$FE_{\text{sistema, OM}, y}$	=	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> Margen Operativo en el año y (tCO <sub>2</sub> /MWh)
$FE_{\text{sistema, BM}, y}$	=	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> Margen de Construcción en el año y (tCO <sub>2</sub> /MWh)
$w_{OM}$	=	Peso relativo del factor de emisión de CO <sub>2</sub> Margen Operativo (%)
$w_{BM}$	=	Peso relativo del factor de emisión de CO <sub>2</sub> Margen de Construcción (%)
$y$	=	Año de monitorización (opción ex-post)

El peso otorgado a cada factor de emisión de CO<sub>2</sub> puede variar en función de las necesidades, pero siempre debe mantenerse que  $w_{OM} + w_{BM} = 1$

De acuerdo con las indicaciones de CMNUCC la aplicación de esta metodología debe seguir las etapas propuestas en la Figura 4.1:

Figura 4.1. Etapas propuestas para la aplicación de la metodología para el cálculo de la reducción de emisiones y consumo de combustibles fósiles.



Fuente: Modificación de CMNUCC (2013).

### 4.2.3 ADAPTACIÓN METODOLÓGICA

Como se ha explicado en el apartado 4.2.1, la metodología CMNUCC no fue originalmente concebida para el cálculo de los ahorros asociados a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y de consumos de combustibles fósiles inherentes al desarrollo de las energías renovables en una determinada región, por lo que se hace necesaria una adaptación de la misma para lograr los objetivos propuestos. El resultado es una herramienta práctica, innovadora y validada en el ámbito internacional que permite calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas, así como la cantidad de combustibles fósiles que se ha dejado de consumir debido a la introducción de las energías renovables en el sistema eléctrico, en particular de las energías eólica y solar fotovoltaica. Ambos conceptos (ahorros de emisiones y combustibles fósiles evitados) se han traducido en términos monetarios para poder analizar sus impactos en la economía europea. Se analizará la situación de cada Estado miembro anualmente en el período considerado (2008-2013).

En base a los diferentes enfoques que existen para calcular los factores de emisión de acuerdo con la metodología CMNUCC, en esta investigación se proponen varios escenarios basados en posibles aplicaciones de los mismos.

Se ha constatado que algunos estudios han aplicado metodologías similares, aunque en ningún caso se ha hecho de forma tan completa como en esta investigación. Por ejemplo, la Agencia Internacional de la Energía (AIE) en su Informe sobre políticas energéticas en Alemania en 2007 (AIE, 2007) utiliza el margen de construcción (BM) para el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas, asumiendo que en Alemania las energías renovables sustituyeron a ciclos combinados (gas natural), por ser este tipo de centrales las que más se instalaron en los años anteriores al estudio. Otros estudios son menos conservadores y utilizan el margen de construcción (BM), pero suponiendo que las plantas de energías renovables sustituyeron a plantas de carbón; es el caso del estudio publicado por Crane *et al.* (2011) y que se aplica a los Estados Unidos. Frondel *et al.* (2011) aplican en Alemania un enfoque similar al del margen operativo (OM) pero asumen que la producción eléctrica con renovables sustituye a la producción de un *mix* de gas natural y carbón. Moran y Sherrington (2007) consideran en su investigación que la producción eléctrica con energías renovables sustituye a los combustibles fósiles en base a tres escenarios: sustitución de la producción de carbón, sustitución del *mix* energético del año considerado o sustitución de la producción de plantas de gas natural (ciclo combinado). García-Redondo y Román-Collado (2014) calculan los beneficios del ahorro de emisiones debido a la introducción de las energías renovables en el sistema eléctrico español, suponiendo que estas sustituyen la producción de centrales de ciclo combinado y carbón.

Ortega *et al.* (2013) utilizan la misma metodología que se presenta en este capítulo para el cálculo de los ahorros asociados al uso de las energías renovables en España en el período 2002-2011. En este caso contemplan dos opciones de cálculo diferentes:

$$\text{Opción A: } F_{CM1} = 0,5 \cdot F_{OM \text{ Simple}} + 0,5 \cdot F_{BM} \quad (\text{Opción 1})$$

$$\text{Opción B: } F_{CM2} = 0,5 \cdot F_{OM \text{ Promedio}} + 0,5 \cdot F_{BM} \quad (\text{Opción 2})$$

En ambas opciones  $w_{OM} = w_{BM} = 0,5$ . En la opción 1 se aplica el margen OM Simple y en la opción 2 el margen OM Promedio.

#### 4.2.3.1 Identificación de las fuentes de energía del sistema eléctrico

El análisis de la producción eléctrica en cada Estado miembro es el primer paso para aplicar la metodología propuesta. Se han analizado los datos del período 2008-2013, distinguiendo por fuentes de producción. Los datos de producción proceden de Eurostat y son datos de producción eléctrica neta (Eurostat, 2015a). En el Anexo II se muestra la generación de electricidad neta (Tabla II. 1 - Tabla II.6) para el período 2008-2013 por tipo de combustible.

Además, tal y como propone la metodología de la CMNUCC se consideran como fuentes de energía autóctonas las importaciones que los Estados miembros realizan de otros países. Estos datos también proceden de Eurostat (2015b) y se muestran en Anexo II (Tabla II.7 - Tabla II.12).

#### 4.2.3.2 Elección del enfoque a aplicar. Definición de escenarios

Como se ha explicado en el apartado 4.2.1, la herramienta de la CMNUCC (CMNUCC, 2013) sugiere varios enfoques para el cálculo de los factores de emisión. En el presente estudio se han cuantificado económicamente los beneficios derivados de la reducción de las emisiones e importaciones debidas a las energías renovables en base a tres escenarios diferentes. Los tres escenarios se apoyan en la recomendación de Kartha *et al.* (2004) de utilizar el factor de margen combinado (CM). Se ha empleado la Ecuación 4.5 del apartado 4.2.1, considerando el mismo peso para el factor de margen operativo (OM) y el factor de margen de construcción (BM), es decir :  $w_{OM} = w_{BM} = 0,5$ .

- *Factor de emisión de margen operativo (OM)*. La metodología CMNUCC no recomienda el uso del margen OM Simple cuando la generación “*low-cost/must-run*” supone más del 50% de la generación total del sistema. Se analizan 28 Estados miembros, con *mixes* de producción muy diferentes, excediendo en muchos casos las tecnologías “*low-cost/must-run*” la contribución del 50% recomendada para la aplicación de este margen. Por ello, se ha convenido utilizar para todos los Estados miembros el margen OM Promedio, incluyendo en la ecuación a todas las tecnologías que participan en el sistema eléctrico. El factor de emisión de margen OM es igual para los tres escenarios considerados.
- *Factor de emisión de margen de construcción (BM)*. Este factor se refiere a las plantas cuya construcción se ha visto afectada (retrasada e incluso cancelada) por la introducción de las energías renovables en el sistema eléctrico. No existen datos con el nivel de desagregación deseado (por Estado miembro) de la capacidad instalada por tipo de combustible en la UE, por lo que se han considerado tres escenarios en la aplicación de este margen:
  - **Escenario 1.** En este escenario se asume que las nuevas plantas de energías renovables han sustituido a centrales de carbón en los últimos años en Europa. Se trata de un escenario conservador desde el punto de vista de la reducción del consumo de combustibles fósiles, puesto que el precio del carbón en estos años estuvo por debajo del precio del resto de combustibles. Por el contrario, no es conservador desde el punto de vista de las emisiones de CO<sub>2</sub>, ya que las centrales de carbón son, de todos los combustibles fósiles considerados, las centrales que más emisiones producen.
  - **Escenario 2.** En este escenario se asume que las plantas de energías renovables han sustituido en Europa a las centrales de ciclo combinado (gas natural). En este caso, se trata de un escenario conservador desde el punto de vista de la cuantificación de emisiones de CO<sub>2</sub> (puesto que el gas natural emite menos CO<sub>2</sub> que el resto de combustibles fósiles), pero no es conservador desde el punto de vista de la reducción del uso de combustibles fósiles (el gas natural fue más caro en el período analizado que el resto de combustibles considerados).
  - **Escenario 3.** Se considera un escenario intermedio, en el que se supone que las nuevas plantas de energías renovables han sustituido a plantas de carbón y plantas de gas natural en la misma proporción (50%).

Para el caso de Malta y Chipre, países de la UE donde no existen plantas de gas natural ni de carbón, se ha considerado que las plantas de energías renovables sustituyen al fuelóleo, por ser el combustible fósil mayoritariamente utilizado en ambos Estados miembros.

#### 4.2.3.3 Conversión de energía final en energía primaria

Conviene en este punto aclarar que, cuando se habla de fuentes de energía, se debe distinguir entre energía primaria y energía final. La diferencia radica en que la energía final es la que puede utilizarse de forma directa (trabajo, calor, etc.), mientras que la energía primaria es la obtenida directamente de la naturaleza, contenida en los combustibles y que necesita ser transformada para su consumo final. Por ejemplo, el carbón o el gas natural son fuentes de energía primaria que, mediante el proceso de combustión, pueden utilizarse para obtener energía eléctrica (energía final o útil). Por tanto, para obtener una unidad de energía final será necesario un mayor número de unidades de energía primaria, dependiendo del rendimiento de la tecnología considerada.

De acuerdo con la metodología presentada, los ahorros de combustibles fósiles están relacionados con el consumo de energía primaria, por lo que se hace necesario transformar la energía final facilitada por Eurostat (2015a), que se presenta en el Anexo II (Tabla II. 1- Tabla II.6), en energía primaria. Esta transformación se realiza en base a la Ecuación 4.6:

$$1 \text{ MWh (Energía primaria)} = 1/\eta \text{ MWh (Energía final)} \quad \text{Ecuación 4.6}$$

Donde  $\eta$  es el rendimiento asociado a la tecnología analizada. Para el cálculo de  $\eta$  se han considerado los datos publicados por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de España (MINETUR, 2014) y de la Decisión de Ejecución de la Comisión de 19 de diciembre de 2011 (Comisión Europea, 2011). Esta decisión aporta diferentes valores para el rendimiento de las plantas en función de su año de puesta en marcha. Con objeto de homogeneizar los resultados y en base al análisis de Kjærstad y Johnsson (2007), se ha considerado que las plantas de fuelóleo y carbón son anteriores a 2001 y las plantas de gas natural y biomasa tienen una fecha de puesta en marcha posterior a 2006. Por razones de simplicidad, se ha asumido que el rendimiento de las plantas de combustibles fósiles no varía al aumentar la contribución de energías renovables. Este hecho no es totalmente cierto, las plantas de combustibles fósiles experimentan una ligera reducción en su rendimiento ante la introducción en el sistema de energías renovables. Esta reducción es difícil de cuantificar y con niveles bajos de penetración de las energías renovables no es relevante, tal y como ponen de manifiesto Gutiérrez-Martín *et al.*, (2013). Los rendimientos considerados se muestran en la Tabla 4.1:

Tabla 4.1. Rendimientos considerados para las distintas fuentes de energía.

Tecnología	Rendimiento considerado
Hidráulica	100,0%
Nuclear	33,0%
Carbón	41,5%
Fuel	42,7%
Gas Natural	52,5%
Biomasa	33,0%
Biogás	42,0%
Residuos	25,0%
Geotermia	100,0%
Eólica	100,0%
Solar fotovoltaica	100,0%
Solar térmica	21,9%
Energías del mar	100,0%
Importaciones	100,0%

Fuente: MINETUR (2014) y Comisión Europea (2011).

- *Cálculo del ratio de conversión de energía primaria en energía final aplicando el margen operativo promedio (OM Promedio):*

$$FC_{OM \text{ Promedio}, y} = \frac{\sum_t \frac{EG_{t,y}}{\eta_t}}{\sum_t EG_{t,y}} \quad \text{Ecuación 4.7}$$

Donde:

- $FC_{OM \text{ Promedio}, y}$  = Factor de conversión de energía final en energía primaria aplicando el margen operativo promedio en el año  $y$
- $EG_{t,y}$  = Electricidad neta generada por la tecnología  $t$  en el año  $y$  (MWh)
- $\eta_t$  = Rendimiento considerado para la tecnología eléctrica  $t$  en el año  $y$
- $t$  = Todas las tecnologías eléctricas, incluidas las denominadas “*low-cost/must-run*” y las importaciones
- $y$  = Año de monitorización (opción ex-post)

- *Cálculo del ratio de conversión de energía primaria en energía final aplicando el margen de construcción (BM):*

$$FC_{BM,y} = \frac{\sum_t \frac{EG_{t,y}}{\eta_t}}{\sum_t EG_{t,y}} \quad \text{Ecuación 4.8}$$

Donde:

$FC_{BM,y}$	=	Factor de conversión de energía final en energía primaria aplicando el margen de construcción en el año $y$
$EG_{t,y}$	=	Electricidad neta generada por la tecnología $t$ en el año $y$ (MWh)
$\eta_t$	=	Rendimiento considerado para la tecnología eléctrica $t$ en el año $y$
$t$	=	<u>Escenario 1</u> : Plantas de carbón <u>Escenario 2</u> : Plantas de gas natural (ciclo combinado) <u>Escenario 3</u> : Combinación de plantas de carbón y gas natural (distribución del 50%)
$y$	=	Año de monitorización (opción ex-post)

- *Cálculo del ratio de conversión de energía primaria en energía final aplicando el margen combinado (CM)*

$$FC_{CM,y} = 0,5 \cdot FC_{OM,y} + 0,5 \cdot FC_{BM,y} \quad \text{Ecuación 4.9}$$

De este modo, se obtienen tres factores de conversión distintos para cada escenario considerado, tal y como se muestra en la Tabla 4.2:

Tabla 4.2. Factores de conversión de energía final en energía primaria (2008-2013).

EM	2008			2009			2010			2011			2012			2013		
	Esc 1.	Esc 2	Esc 3	Esc 1.	Esc 2	Esc 3	Esc 1.	Esc 2	Esc 3	Esc 1.	Esc 2	Esc 3	Esc 1.	Esc 2	Esc 3	Esc 1.	Esc 2	Esc 3
AT	1,89	1,64	1,76	1,88	1,62	1,75	1,90	1,65	1,77	1,88	1,63	1,76	1,85	1,60	1,73	1,84	1,59	1,72
BE	2,36	2,11	2,23	2,41	2,16	2,28	2,38	2,13	2,26	2,38	2,13	2,25	2,32	2,07	2,19	2,32	2,07	2,19
BG	2,40	2,15	2,27	2,39	2,14	2,26	2,38	2,13	2,25	2,41	2,16	2,28	2,37	2,12	2,25	2,32	2,06	2,19
CY	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,32	2,32	2,32	2,31	2,31	2,31	2,30	2,30	2,30
CZ	2,41	2,16	2,29	2,41	2,16	2,28	2,42	2,17	2,29	2,38	2,13	2,26	2,38	2,13	2,25	2,38	2,13	2,25
DE	2,33	2,08	2,21	2,33	2,07	2,20	2,32	2,07	2,20	2,28	2,02	2,15	2,27	2,02	2,14	2,26	2,01	2,13
DK	2,12	1,86	1,99	2,13	1,88	2,01	2,14	1,89	2,02	2,08	1,83	1,95	2,01	1,76	1,88	2,06	1,81	1,93
EE	2,30	2,05	2,18	2,21	1,96	2,08	2,35	2,10	2,23	2,31	2,06	2,19	2,26	2,01	2,13	2,26	2,01	2,14
EL	2,21	1,96	2,08	2,19	1,94	2,07	2,16	1,90	2,03	2,18	1,93	2,05	2,18	1,92	2,05	2,12	1,87	2,00
ES	2,22	1,97	2,10	2,19	1,93	2,06	2,16	1,91	2,04	2,19	1,94	2,07	2,22	1,97	2,09	2,16	1,91	2,04
FI	2,25	2,00	2,13	2,28	2,03	2,15	2,29	2,04	2,17	2,26	2,00	2,13	2,21	1,96	2,09	2,26	2,01	2,13
FR	2,53	2,28	2,40	2,52	2,26	2,39	2,51	2,25	2,38	2,55	2,29	2,42	2,51	2,26	2,38	2,49	2,24	2,37
HR	1,87	1,62	1,74	1,84	1,59	1,72	1,82	1,57	1,69	1,84	1,59	1,71	1,83	1,58	1,71	1,81	1,56	1,69
HU	2,26	2,01	2,13	2,30	2,04	2,17	2,31	2,06	2,18	2,24	1,98	2,11	2,21	1,96	2,08	2,22	1,96	2,09
IE	2,17	1,91	2,04	2,14	1,89	2,01	2,15	1,90	2,02	2,13	1,88	2,00	2,14	1,89	2,02	2,10	1,85	1,97
IT	2,09	1,84	1,97	2,07	1,82	1,94	2,07	1,81	1,94	2,06	1,81	1,94	2,06	1,80	1,93	2,03	1,78	1,91
LT	2,28	2,03	2,15	2,32	2,07	2,20	1,84	1,59	1,72	1,81	1,56	1,69	1,83	1,57	1,70	2,03	1,77	1,90
LU	1,82	1,57	1,69	1,84	1,59	1,72	1,82	1,57	1,70	1,81	1,56	1,69	1,82	1,57	1,69	1,73	1,48	1,61
LV	1,79	1,54	1,66	1,79	1,54	1,66	1,82	1,57	1,69	1,83	1,58	1,71	1,79	1,54	1,67	1,84	1,59	1,71
MT	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,33	2,33	2,33
NL	2,16	1,90	2,03	2,19	1,94	2,07	2,20	1,95	2,07	2,17	1,92	2,04	2,13	1,88	2,01	2,10	1,85	1,98
PL	2,35	2,10	2,23	2,36	2,11	2,24	2,37	2,11	2,24	2,36	2,10	2,23	2,34	2,09	2,22	2,34	2,09	2,22
PT	2,05	1,80	1,93	2,06	1,81	1,93	1,99	1,74	1,86	2,02	1,76	1,89	2,03	1,77	1,90	1,97	1,72	1,84
RO	2,22	1,97	2,09	2,23	1,97	2,10	2,18	1,93	2,05	2,20	1,95	2,08	2,20	1,95	2,08	2,15	1,90	2,02
SE	2,19	1,94	2,07	2,16	1,91	2,04	2,18	1,93	2,05	2,17	1,92	2,05	2,15	1,90	2,02	2,19	1,94	2,07
SI	2,16	1,91	2,04	2,10	1,85	1,97	2,09	1,83	1,96	2,15	1,89	2,02	2,11	1,86	1,98	2,08	1,83	1,96
SK	2,28	2,03	2,15	2,24	1,99	2,12	2,25	1,99	2,12	2,23	1,97	2,10	2,19	1,94	2,07	2,22	1,97	2,10
UK	2,29	2,04	2,16	2,31	2,06	2,19	2,31	2,05	2,18	2,31	2,06	2,18	2,32	2,07	2,20	2,30	2,05	2,18
EU	2,28	2,03	2,16	2,28	2,02	2,15	2,27	2,02	2,15	2,27	2,01	2,14	2,25	2,00	2,13	2,24	1,99	2,12

Fuente: Elaboración propia

## 4.2.4 CÁLCULO DE LOS AHORROS ECONÓMICOS

### 4.2.4.1 Cálculo del ahorro de combustibles fósiles e importaciones

La energía final producida por las energías renovables, de no haberse producido, habría sido producida por tecnologías fósiles. Por tanto, la producción eléctrica renovable sustituye a la producción eléctrica fósil en el sistema de generación eléctrica. La metodología CMNUCC aplicada a los factores de conversión de energía final en primaria, permite calcular la cantidad de energía fósil ahorrada por la producción renovable en cada uno de los tres escenarios considerados. El total de energía primaria ahorrada se calcula en base a la Ecuación 4.10.

$$EP_y = \sum_r FC_{CM,y} \cdot EG_{r,y} \quad \text{Ecuación 4.10}$$

Donde:

$EP_y$	=	Total energía primaria ahorrada por la introducción de tecnologías renovables en el año $y$ (MWh)
$FC_{CM,y}$	=	Factor de conversión de energía final en energía primaria aplicando el margen combinado en el año $y$
$EG_{r,y}$	=	Electricidad neta generada por la tecnología eléctrica renovable $r$ en el año $y$ (MWh) – energía final
$r$	=	Tecnologías renovables
$y$	=	Año de monitorización (opción ex-post)

Una vez calculada la energía primaria ahorrada, se debe establecer el precio de cada unidad energética primaria para cada uno de los tres escenarios considerados. El cálculo del precio medio de cada unidad de energía primaria sustituida, se obtiene aplicando la adaptación de la metodología CMNUCC, tal y como se explica a continuación:

– *Cálculo del precio de la energía aplicando el margen operativo promedio (OM Promedio):*

$$P_{OM \text{ Promedio},y} = \frac{\sum_t EG_{t,y} \cdot P_{t,y}}{\sum_t EG_{t,y}} \quad \text{Ecuación 4.11}$$

Donde:

$P_{OM \text{ Promedio, } y}$	=	Precio de la energía primaria aplicando margen operativo promedio en el año $y$ (€/MWh)
$EG_{t,y}$	=	Electricidad neta generada por la tecnología $t$ en el año $y$ (MWh)
$P_{t,y}$	=	Precio de la energía generada por la tecnología $t$ en el año $y$ (€/MWh)
$t$	=	Tecnologías que participan en el <i>mix</i> eléctrico
$y$	=	Año de monitorización (opción ex-post)

– *Cálculo del precio de la energía aplicando el margen de construcción (BM):*

$$P_{BM,y} = \frac{\sum_t EG_{t,y} \cdot P_{t,y}}{\sum_t EG_{t,y}} \quad \text{Ecuación 4.12}$$

Donde:

$P_{BM,y}$	=	Precio de la energía primaria aplicando el margen de construcción en el año $y$ (€/MWh)
$EG_{t,y}$	=	Electricidad neta generada por la tecnología eléctrica $t$ en el año $y$ (MWh)
$P_{t,y}$	=	Precio de la energía generada por la tecnología $t$ en el año $y$ (€/MWh)
$t$	=	<u>Escenario 1</u> : Plantas de carbón <u>Escenario 2</u> : Plantas de gas natural (ciclo combinado) <u>Escenario 3</u> : Combinación de plantas de carbón y gas natural (distribución del 50%)
$y$	=	Año de monitorización (opción ex-post)

– *Cálculo del factor de emisión aplicando el margen combinado (CM)*

$$P_{CM,y} = 0,5 \cdot P_{OM,y} + 0,5 \cdot P_{BM,y} \quad \text{Ecuación 4.13}$$

Los precios de los combustibles fósiles utilizados ( $P_{t,y}$ ) se obtienen de la publicación anual *BP Statistical Review of World Energy* (BP, 2015). Las conversiones de dólares a euros se han obtenido de la base de datos del Ministerio de Economía y Competitividad de España (MINECO, 2015). En cuanto a la conversión de unidades se han empleado las siguientes entidades:

Carbón: 1MWh = 0,21 t

Petróleo: 1 MWh = 0,61 barriles

Gas Natural: 1 MWh =  $3,44 \cdot 10^6$  Btu

Para el precio de la electricidad importada, se ha considerado el precio de la misma en el mercado de su país de origen. Estos precios se han obtenido directamente de las publicaciones del Consejo Europeo de Reguladores de Energía, CEER por sus siglas en inglés - *Council of European Energy Regulators* (CEER, 2011; 2013; 2015), de la Comisión Europea (2012) o de las páginas Web de los operadores eléctricos en cada país. En aquellos países en los que no existen datos disponibles se ha utilizado la media aritmética del resto de países.

De acuerdo con los datos publicados por el Fondo Monetario Internacional (FMI, 2014) el precio medio del uranio en el período considerado fue de 48,32 \$/libra, asumiendo el consumo unitario de uranio en una central nuclear como 0,007 kg/MWh (MINETUR, 2014), el precio del combustible en una central nuclear es de 0,57 €/MWh. Este precio es insignificante comparado con el resto de tecnologías fósiles, por lo que se ha despreciado en la presente investigación.

Asimismo, puesto que la biomasa, el biogás y los residuos son recursos autóctonos, no se ha considerado un precio de mercado para los mismos. El coste para el resto de energías renovables es igualmente nulo.

En la Tabla 4.3 se muestran los precios de la energía primaria procedente de combustibles fósiles y de la electricidad importada en el período analizado:

Tabla 4.3. Precios de combustibles fósiles y electricidad importada en la UE (2008-2013).

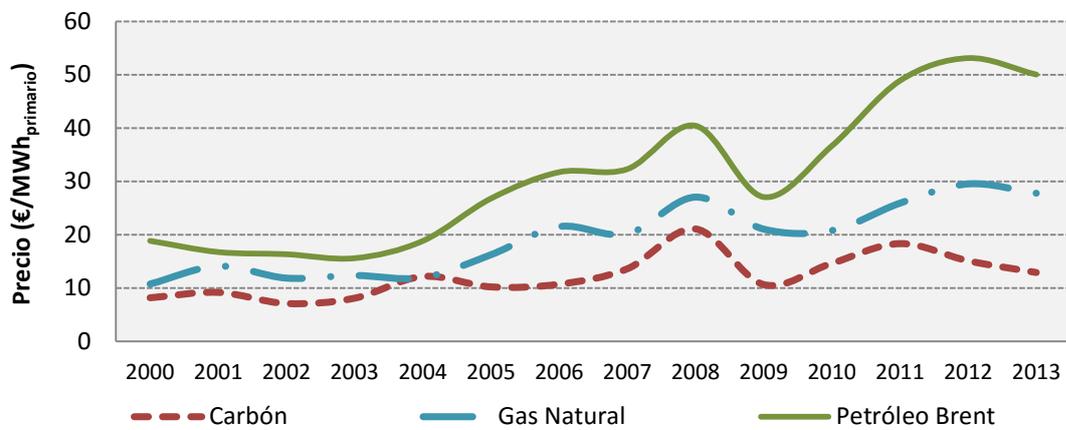
Unidad: €/MWh	2008(*)	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Carbón</b>	21,1	10,6	14,6	18,3	15,1	12,9
<b>Petróleo</b>	40,4	27,1	36,6	48,9	53,1	50,0
<b>Gas Natural</b>	27,0	21,0	20,8	25,9	29,5	27,8
<b>Uranio</b>	0,66	0,51	0,53	0,61	0,58	0,44
<b>Electricidad Importada</b>						
<b>AT</b>	39,2	39,2	44,9	51,9	48,7	40,2
<b>BE</b>	39,4	39,4	46,3	49,4	47,0	47,5
<b>BG</b>	40,5	40,5	49,0	52,1	44,7	45,1
<b>CY</b>	-	-	-	-	-	-
<b>CZ</b>	37,8	37,8	43,7	50,6	42,4	36,7
<b>DE</b>	38,9	38,9	44,5	51,1	42,6	37,8
<b>DK</b>	37,7	37,7	52,4	49,4	36,8	39,3
<b>EE</b>	40,5	40,5	47,2	43,4	39,2	43,1
<b>EL</b>	43,4	43,4	45,7	59,4	83,2	70,5
<b>ES</b>	37,8	37,8	40,4	50,8	46,1	43,4
<b>FI</b>	36,9	36,9	56,6	49,3	36,7	41,2
<b>FR</b>	43,1	43,1	47,6	48,9	46,9	52,0
<b>HR</b>	40,5	40,5	49,0	52,1	54,3	52,5
<b>HU</b>	40,5	40,5	53,2	55,8	51,9	42,6
<b>IE</b>	40,5	40,5	55,0	62,3	63,2	45,1
<b>IT</b>	63,7	63,7	64,1	72,2	75,2	61,6
<b>LT</b>	35,0	35,0	53,1	47,1	44,9	45,5
<b>LU</b>	40,5	40,5	49,0	52,1	44,7	45,1
<b>LV</b>	35,0	35,0	53,1	47,1	31,2	50,1
<b>MT</b>	-	-	-	-	-	-
<b>NL</b>	39,2	39,2	45,5	52,0	48,0	43,3
<b>PL</b>	39,1	39,1	48,0	52,2	41,7	35,2
<b>PT</b>	37,3	37,3	37,6	45,5	45,9	40,3
<b>RO</b>	34,3	34,3	36,4	52,1	48,8	37,3
<b>SE</b>	37,1	37,1	58,5	48,4	32,5	39,2
<b>SI</b>	40,5	40,5	46,2	57,2	53,3	49,8
<b>SK</b>	39,2	39,2	43,8	50,9	48,4	38,6
<b>UK</b>	59,4	59,4	56,6	56,9	54,6	61,0

\* Debido a la imposibilidad de obtener los datos, se han considerado para 2008 los mismos precios para la electricidad importada que en 2009

*Fuente:* Elaboración propia en base a las principales webs de operadores de red nacionales y datos de CEER (2011; 2013; 2015) y Unión Europea (2012).

La Figura 4.2 muestra la evolución de los precios de los combustibles fósiles desde el año 2000 hasta 2013. Se ha utilizado la misma unidad para todos ellos (€/MWh<sub>primario</sub>). En la figura se aprecia la importante variación registrada anualmente en los precios de los combustibles fósiles, así como el incremento de los precios en los últimos años. Desde el año 2004 se ha mantenido el petróleo como el combustible más caro y el carbón como el más barato. En 2008 se registró un importante pico en los precios de todos los combustibles, registrándose en 2009 el período con precios más bajos de los últimos años. En 2013, los precios de los tres combustibles cayeron moderadamente, aunque presentaban una senda al alza desde 2009.

Figura 4.2. Precios de los combustibles fósiles (€/MWh<sub>primaria</sub>) (2000-2013)



Fuente: BP (2015)

La metodología CMNUCC (Ecuación 4.11 - Ecuación 4.13) se aplica a estos precios de los combustibles fósiles y a las importaciones con el fin de obtener un precio medio por unidad energética para cada uno de los escenarios considerados, tal y como se muestra en la Tabla 4.4:

Tabla 4.4. Precio medio de la energía primaria (€/MWh<sub>primaria</sub>) en la UE (2008-2013).

EM	2008			2009			2010			2011			2012			2013		
	Esc 1.	Esc 2	Esc 3	Esc 1.	Esc 2	Esc 3	Esc 1.	Esc 2	Esc 3	Esc 1.	Esc 2	Esc 3	Esc 1.	Esc 2	Esc 3	Esc 1.	Esc 2	Esc 3
AT	18,4	21,4	19,9	11,6	16,8	14,2	14,7	17,8	16,2	19,0	22,8	20,9	15,5	22,7	19,1	13,5	20,9	17,2
BE	15,9	18,8	17,3	9,1	14,3	11,7	11,7	14,7	13,2	14,0	17,8	15,9	13,3	20,5	16,9	11,6	19,0	15,3
BG	16,6	19,6	18,1	8,6	13,8	11,2	11,4	14,5	12,9	14,6	18,4	16,5	12,2	19,4	15,8	10,5	17,9	14,2
CY	40,4	40,4	40,4	27,0	27,0	27,0	36,5	36,5	36,5	48,3	48,3	48,3	52,3	52,3	52,3	49,0	49,0	49,0
CZ	17,3	20,3	18,8	9,0	14,2	11,6	12,0	15,1	13,6	15,2	19,0	17,1	12,4	19,6	16,0	10,5	17,9	14,2
DE	17,7	20,7	19,2	9,7	14,9	12,3	12,8	15,8	14,3	16,3	20,1	18,2	13,9	21,1	17,5	12,2	19,6	15,9
DK	21,1	24,1	22,6	12,5	17,7	15,1	15,7	18,8	17,3	18,9	22,7	20,8	15,9	23,1	19,5	13,9	21,3	17,6
EE	21,5	24,5	23,0	12,1	17,3	14,7	14,8	17,9	16,3	18,5	22,3	20,4	15,3	22,5	18,9	14,0	21,4	17,7
EL	23,3	26,3	24,8	13,1	18,3	15,7	16,9	20,0	18,4	21,1	24,9	23,0	18,7	25,9	22,3	16,2	23,6	19,9
ES	18,8	21,8	20,3	11,1	16,3	13,7	12,7	15,8	14,2	16,2	19,9	18,0	14,4	21,6	18,0	12,2	19,6	15,9
FI	15,7	18,7	17,2	9,3	14,5	11,9	12,2	15,3	13,8	14,7	18,5	16,6	11,8	19,0	15,4	10,7	18,2	14,4
FR	11,7	14,7	13,2	6,2	11,4	8,8	8,4	11,5	10,0	10,2	14,0	12,1	8,8	16,0	12,4	7,4	14,8	11,1
HR	24,7	27,7	26,2	17,0	22,2	19,6	20,3	23,3	21,8	26,5	30,3	28,4	23,7	30,9	27,3	18,4	25,8	22,1
HU	18,1	21,1	19,6	10,5	15,7	13,1	13,0	16,1	14,5	16,9	20,7	18,8	15,4	22,6	19,0	12,8	20,3	16,5
IE	22,8	25,8	24,3	13,8	19,0	16,4	16,5	19,5	18,0	19,7	23,5	21,6	18,2	25,4	21,8	16,9	24,3	20,6
IT	23,2	26,2	24,7	14,4	19,6	17,0	17,2	20,2	18,7	21,1	24,9	23,0	19,4	26,7	23,1	16,8	24,2	20,5
LT	15,1	18,1	16,6	8,9	14,1	11,5	24,3	27,4	25,9	27,4	31,2	29,3	23,3	30,5	26,9	23,5	30,9	27,2
LU	26,0	29,0	27,5	19,2	24,4	21,8	22,5	25,5	24,0	27,5	31,3	29,4	24,3	31,5	27,9	22,2	29,6	25,9
LV	22,3	25,3	23,8	15,4	20,6	18,0	19,0	22,1	20,5	22,0	25,8	23,9	19,4	26,6	23,0	19,0	26,5	22,8
MT	40,4	40,4	40,4	27,1	27,1	27,1	36,6	36,6	36,6	48,8	48,8	48,8	52,9	52,9	52,9	49,8	49,8	49,8
NL	22,3	25,3	23,8	13,6	18,8	16,2	16,4	19,5	17,9	20,5	24,3	22,4	19,1	26,3	22,7	17,5	24,9	21,2
PL	21,1	24,1	22,6	10,9	16,1	13,5	14,7	17,7	16,2	18,3	22,1	20,2	15,2	22,4	18,8	13,0	20,4	16,7
PT	21,8	24,8	23,3	12,5	17,7	15,1	14,5	17,6	16,0	18,7	22,5	20,6	17,4	24,7	21,0	13,7	21,1	17,4
RO	17,5	20,5	19,0	9,1	14,3	11,7	11,7	14,8	13,2	15,7	19,5	17,6	13,7	20,9	17,3	11,4	18,8	15,1
SE	11,8	14,7	13,3	6,6	11,8	9,2	9,3	12,4	10,8	10,8	14,6	12,7	8,6	15,8	12,2	7,6	15,1	11,4
SI	16,8	19,8	18,3	10,8	16,0	13,4	14,4	17,5	15,9	16,4	20,2	18,3	14,7	21,9	18,3	13,1	20,5	16,8
SK	15,3	18,3	16,8	9,3	14,5	11,9	11,7	14,7	13,2	15,3	19,1	17,2	13,3	20,5	16,9	10,9	18,3	14,6
UK	20,2	23,2	21,7	11,3	16,5	13,9	14,2	17,3	15,7	17,1	20,9	19,0	14,8	22,0	18,4	12,9	20,3	16,6
EU	17,6	20,5	19,0	10,0	15,2	12,6	12,7	15,7	14,2	15,7	19,5	17,6	13,7	20,9	17,3	11,7	19,2	15,4

Fuente: Elaboración propia

La cuantificación económica del ahorro de combustibles fósiles:

$$AC_y = \sum_r P_{CM,y} \cdot EP_{r,y} \quad \text{Ecuación 4.14}$$

Donde:

- AC<sub>y</sub> = Ahorro de combustibles fósiles en el sistema eléctrico en el año y (€)
- P<sub>CM,y</sub> = Precio de la energía primaria aplicando el margen combinado en el año y (€/MWh<sub>primario</sub>)
- EP<sub>r,y</sub> = Total energía primaria ahorrada por la introducción de la tecnología renovable r en el año y (MWh)
- r = Tecnologías renovables
- y = Año de monitorización (opción ex-post)

El ahorro de combustibles fósiles es un beneficio clave para todos los Estados miembros, pero tiene aún más importancia en aquellos Estados miembros en los que la dependencia energética exterior es muy grande. Se ha analizado la dependencia energética de cada país del exterior en lo que a combustibles fósiles se refiere (Eurostat 2015c; 2015d; 2015e), con el fin de poder obtener los ahorros reales en importaciones de cada Estado miembro.

La dependencia energética (porcentaje de importaciones con respecto al total de la energía consumida) de cada Estado miembro en el período 2008-2013 se muestra en la Tabla 4.5.

Tabla 4.5. Dependencia energética (%) de la UE (2008-2013).

EM	Carbón						Petróleo						Gas natural					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
AT	100,0	97,3	99,8	89,9	100,0	93,8	92,3	91,8	89,7	91,6	91,9	92,9	87,5	85,8	74,4	100,0	86,3	75,5
BE	100,0	82,1	97,8	100,0	94,4	95,1	100,0	99,3	100,0	100,0	99,3	100,0	100,0	99,0	98,8	100,0	98,6	100,0
BG	42,6	27,3	24,7	24,4	21,4	16,4	98,7	100,0	100,0	97,7	96,9	100,0	96,2	98,6	92,6	86,1	83,3	93,2
CY	100,0	100,0	65,5	1,3	100,0	100,0	100,0	98,9	100,0	95,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
CZ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	97,6	96,7	96,4	95,3	95,3	96,3	98,7	100,0	84,8	100,0	89,0	100,0
DE	38,2	35,5	40,1	41,5	40,0	44,5	95,3	95,4	95,9	94,2	96,0	96,1	82,2	85,8	81,2	86,8	85,7	87,2
DK	100,0	98,0	69,4	100,0	93,6	90,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EE	0,4	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	65,6	66,0	57,5	56,1	60,0	59,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
EL	5,0	2,0	5,1	2,9	2,3	3,2	100,0	96,7	98,6	93,8	100,0	94,2	100,0	99,7	99,9	100,0	100,0	100,0
ES	79,2	84,8	85,1	69,8	76,5	70,3	100,0	98,9	99,9	99,8	96,7	97,4	100,0	98,8	99,3	100,0	98,2	98,6
FI	72,2	73,4	57,9	76,8	57,6	65,7	100,0	98,2	89,4	97,2	92,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9
FR	100,0	91,7	100,0	99,0	95,1	93,4	97,5	97,5	97,6	97,9	97,8	98,9	97,8	100,0	93,0	100,0	96,6	97,4
HR	100,0	89,7	100,0	98,4	87,9	100,0	84,0	77,7	80,4	79,9	71,4	77,1	16,6	8,1	18,1	19,5	37,1	31,8
HU	46,6	37,1	41,9	37,6	36,8	29,5	80,6	77,4	84,1	82,2	80,8	83,9	88,1	85,6	78,7	65,6	72,9	72,1
IE	69,0	64,0	47,8	69,7	55,6	72,4	100,0	99,1	97,5	100,0	98,6	100,0	93,0	94,5	95,7	96,1	95,6	95,9
IT	100,0	97,4	100,0	96,1	96,7	96,2	91,9	91,9	93,5	91,0	90,1	90,7	90,3	88,6	90,5	90,2	90,2	88,1
LT	100,0	79,0	91,9	100,0	89,4	99,7	92,4	89,8	98,7	91,4	93,0	93,2	96,3	100,0	99,7	100,0	100,0	100,0
LU	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,4	99,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	99,7	99,6
LV	97,4	91,3	100,0	100,0	95,2	88,8	99,0	99,5	94,4	100,0	100,0	100,0	82,2	100,0	61,8	100,0	100,0	100,0
MT	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
NL	100,0	100,0	100,0	100,0	83,6	100,0	98,0	96,5	93,3	91,3	96,7	94,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	96,4	98,9	97,0	95,9	95,0	91,3	72,6	67,3	69,3	75,1	73,4	74,2
PT	91,2	100,0	98,3	97,3	100,0	95,4	100,0	99,3	97,5	100,0	99,2	97,2	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	100,0
RO	26,8	13,7	17,6	13,8	16,6	18,9	51,7	51,2	51,9	47,0	51,2	47,0	29,0	15,1	16,8	22,2	21,3	11,9
SE	93,5	70,2	100,0	94,4	78,2	82,4	100,0	100,0	93,6	99,9	95,4	100,0	97,1	98,1	98,8	99,2	99,1	99,1
SI	28,7	17,9	19,2	17,5	21,5	19,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,8	99,7	99,7	99,3	99,8	99,8	99,6
SK	85,9	83,0	75,7	81,8	89,7	80,6	90,2	87,6	88,5	89,5	89,1	88,5	96,3	100,0	99,9	100,0	89,8	95,6
UK	75,2	77,9	52,2	64,1	69,5	82,0	9,0	7,5	14,8	27,1	36,1	39,8	26,1	31,7	37,9	44,4	47,2	50,1
<b>EU</b>	<b>44,9</b>	<b>41,1</b>	<b>39,5</b>	<b>41,7</b>	<b>42,2</b>	<b>44,2</b>	<b>84,3</b>	<b>83,5</b>	<b>84,4</b>	<b>85,1</b>	<b>86,4</b>	<b>87,4</b>	<b>61,7</b>	<b>63,4</b>	<b>62,1</b>	<b>67,1</b>	<b>65,8</b>	<b>65,3</b>

Fuente: Elaboración propia en base a Eurostat (2015c; 2015d; 2015e)

Los precios de las importaciones se obtienen multiplicando en las Ecuaciones 4.11-4.13 a los términos de carbón, petróleo y gas natural por su correspondiente porcentaje de dependencia energética, en función de país y del año considerado (Tabla 4.5). Los precios de las importaciones por unidad de energía primaria se muestran en la Tabla 4.6:

Tabla 4.6. Precio de la energía primaria importada (€/MWh) en la UE (2008-2013).

EM	2008			2009			2010			2011			2012			2013		
	Esc 1.	Esc 2	Esc 3	Esc 1.	Esc 2	Esc 3	Esc 1.	Esc 2	Esc 3	Esc 1.	Esc 2	Esc 3	Esc 1.	Esc 2	Esc 3	Esc 1.	Esc 2	Esc 3
AT	18,0	19,3	18,7	11,1	15,0	13,0	14,1	14,5	14,3	17,9	22,6	20,2	15,1	20,3	17,7	12,6	17,1	14,9
BE	15,9	18,8	17,3	8,1	14,1	11,1	11,5	14,6	13,0	14,0	17,8	15,9	12,8	20,2	16,5	11,2	19,0	15,1
BG	7,7	16,2	12,0	3,0	11,9	7,5	3,3	11,1	7,2	4,1	13,0	8,6	3,5	14,1	8,8	2,8	14,7	8,8
CY	40,4	40,4	40,4	26,7	26,7	26,7	36,5	36,5	36,5	46,3	46,3	46,3	52,3	52,3	52,3	49,0	49,0	49,0
CZ	1,0	14,3	7,6	0,9	11,5	6,2	0,9	9,7	5,3	1,4	14,4	7,9	1,3	14,4	7,8	1,1	15,0	8,1
DE	8,0	15,1	11,6	4,6	11,8	8,2	6,3	11,8	9,0	8,3	15,7	12,0	7,0	16,7	11,8	6,7	15,9	11,3
DK	18,1	7,5	12,8	10,1	4,9	7,5	10,2	5,1	7,7	16,4	7,2	11,8	12,9	5,8	9,4	11,2	5,3	8,2
EE	1,5	15,0	8,3	2,5	13,1	7,8	1,2	11,6	6,4	1,6	14,5	8,1	1,9	16,6	9,3	2,1	16,0	9,1
EL	7,8	20,8	14,3	4,7	15,1	9,9	5,9	15,9	10,9	7,0	19,7	13,4	7,2	21,8	14,5	6,5	20,1	13,3
ES	16,2	21,4	18,8	10,1	15,9	13,0	11,5	15,6	13,5	12,9	19,4	16,2	12,1	20,9	16,5	9,8	19,0	14,4
FI	12,3	18,2	15,2	7,5	14,2	10,9	8,4	14,5	11,5	12,2	18,1	15,1	8,1	18,5	13,3	8,1	17,7	12,9
FR	11,7	14,4	13,0	5,8	11,4	8,6	8,4	10,8	9,6	10,1	14,0	12,0	8,3	15,4	11,9	6,9	14,4	10,7
HR	22,8	14,5	18,6	14,8	10,8	12,8	18,9	13,5	16,2	24,5	18,0	21,2	20,9	19,7	20,3	17,1	15,1	16,1
HU	11,2	18,2	14,7	6,4	13,4	9,9	7,6	12,7	10,2	9,5	14,5	12,0	9,2	17,2	13,2	7,1	15,3	11,2
IE	18,0	23,3	20,6	11,0	17,6	14,3	11,3	17,7	14,5	15,8	21,9	18,8	13,3	23,3	18,3	14,3	22,9	18,6
IT	22,3	24,0	23,1	13,6	17,7	15,7	16,6	18,7	17,6	19,9	22,8	21,3	18,3	24,3	21,3	15,7	21,7	18,7
LT	15,0	17,5	16,3	7,8	14,1	10,9	23,7	27,3	25,5	27,4	31,1	29,2	22,4	30,4	26,4	23,4	30,9	27,2
LU	26,0	29,0	27,5	19,2	24,4	21,8	22,5	25,5	24,0	27,5	31,3	29,4	24,2	31,4	27,8	22,1	29,5	25,8
LV	21,3	22,1	21,7	15,0	20,6	17,8	17,5	16,6	17,0	22,0	25,8	23,9	19,0	26,6	22,8	18,3	26,5	22,4
MT	40,4	40,4	40,4	27,1	27,1	27,1	36,3	36,3	36,3	48,8	48,8	48,8	52,9	52,9	52,9	49,8	49,8	49,8
NL	15,8	5,3	10,6	8,2	2,9	5,6	10,8	3,5	7,2	14,0	4,8	9,4	11,3	5,0	8,2	11,6	5,1	8,4
PL	1,1	10,9	6,0	0,8	7,9	4,4	0,9	8,1	4,5	1,1	10,8	6,0	1,2	12,0	6,6	0,9	11,2	6,1
PT	20,6	24,5	22,5	12,5	17,7	15,1	14,3	17,5	15,9	18,4	22,5	20,5	17,4	24,6	21,0	13,3	21,0	17,1
RO	4,9	6,0	5,5	1,5	2,3	1,9	2,3	2,7	2,5	3,1	4,7	3,9	3,1	5,0	4,1	2,5	3,0	2,8
SE	11,1	14,3	12,7	5,0	11,5	8,2	9,3	12,2	10,7	10,3	14,5	12,4	6,9	15,6	11,3	6,5	14,9	10,7
SI	7,2	17,7	12,4	5,2	14,8	10,0	6,9	15,8	11,4	6,8	18,1	12,4	7,2	20,3	13,7	6,5	19,1	12,8
SK	13,5	17,5	15,5	8,3	14,4	11,3	9,6	14,4	12,0	13,4	18,9	16,1	12,3	18,7	15,5	9,4	17,5	13,4
UK	12,4	8,0	10,2	6,8	6,0	6,4	6,8	6,9	6,9	10,1	10,0	10,0	9,5	11,2	10,4	9,5	11,2	10,4
EU	9,1	12,7	10,9	5,2	9,7	7,5	6,3	9,8	8,1	8,1	12,9	10,5	7,2	13,7	10,5	6,4	12,6	9,5

Fuente: Elaboración propia

La cuantificación económica debida al ahorro de importaciones se obtiene aplicando la siguiente expresión:

$$AI_y = \sum_r PI_{CM,y} \cdot EP_{r,y} \quad \text{Ecuación 4.15}$$

Donde:

$AI_y$	=	Cuantificación económica del ahorro de importaciones de combustibles fósiles en el sistema eléctrico en el año $y$ (€)
$PI_{CM,y}$	=	Precio de la energía primaria importada aplicando el margen combinado en el año $y$ (€/MWh)
$EP_{r,y}$	=	Total energía primaria ahorrada por la introducción de la tecnología renovable $r$ en el año $y$ (MWh)
$r$	=	Tecnologías renovables
$y$	=	Año de monitorización (opción ex-post)

#### 4.2.4.2 Cálculo de los ahorros por la reducción de emisiones

Para el cálculo de los factores de emisión asociados a cada escenario para cada año del período 2008-2013 se utiliza prácticamente de forma directa la metodología CMNUCC. Para ello se aplican las siguientes expresiones:

– *Cálculo del factor de emisión aplicando el margen operativo promedio (OM Promedio):*

$$FE_{OM \text{ Promedio},y} = \frac{\sum_t EG_{t,y} \cdot EF_{t,y}}{\sum_t EG_{t,y}} \quad \text{Ecuación 4.16}$$

Donde:

$FE_{OM \text{ Promedio},y}$	=	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> margen operativo promedio en el año $y$ (tCO <sub>2</sub> /MWh)
$EG_{t,y}$	=	Electricidad neta generada por la tecnología $t$ en el año $y$ (MWh)
$FE_{t,y}$	=	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> de la tecnología $t$ en el año $y$ (tCO <sub>2</sub> /MWh)
$t$	=	Todas las tecnologías que participan en el <i>mix</i> eléctrico, incluyendo las tecnologías “ <i>low-cost/must-run</i> ”
$y$	=	Año de monitorización (opción ex-post)

- *Cálculo del factor de emisión aplicando el margen de construcción (BM):*

$$FE_{BM,y} = \frac{\sum_t EG_{t,y} \cdot FE_{t,y}}{\sum_t EG_{t,y}} \quad \text{Ecuación 4.17}$$

Donde:

- $FE_{BM,y}$  = Factor de emisión de CO<sub>2</sub> aplicando el margen de construcción en el año  $y$
- $EG_{t,y}$  = Electricidad neta generada por la tecnología eléctrica  $t$  en el año  $y$  (MWh)
- $FE_{t,y}$  = Factor de emisión de CO<sub>2</sub> de la tecnología  $t$  en el año  $y$  (tCO<sub>2</sub>/MWh)
- $t$  = Escenario 1: Plantas de carbón  
Escenario 2: Plantas de gas natural (ciclo combinado)  
Escenario 3: Combinación de plantas de carbón y gas natural (distribución al 50%)
- $y$  = Año de monitorización (opción ex-post)

- *Cálculo del factor de emisión aplicando el margen combinado (CM)*

$$FE_{CM,y} = 0,5 \cdot FE_{OM,y} + 0,5 \cdot FE_{BM,y} \quad \text{Ecuación 4.18}$$

Los factores de emisión utilizados para los combustibles fósiles que participan en el *mix* de producción eléctrica se han supuesto constantes para cada país y se han obtenido de PICC (2006). Se han utilizado también factores de oxidación para cada combustible fósil sustituido de acuerdo con la Decisión de la Comisión Europea 2004/156/CE (Comisión Europea, 2004). La Tabla 4.7 muestra ambos factores:

Tabla 4.7. Factores de emisión y oxidación utilizados.

Tecnología	Factor de emisión (tCO <sub>2</sub> /TJ)	Factor de oxidación
Carbón	97,3	99,0%
Fueloil	77,0	99,5%
Gas natural	55,8	99,5%

Fuente: IPCC (2006) y Comisión Europea (2004)

Se obtienen factores de emisión distintos correspondientes a cada uno de los escenarios considerados (Tabla 4.8):

Tabla 4.8. Factores de emisión de CO<sub>2</sub> para los tres escenarios considerados (tCO<sub>2</sub>/MWh<sub>final</sub>) (2008-2013).

EM	2008			2009			2010			2011			2012			2013		
	Esc 1.	Esc 2	Esc 3	Esc 1.	Esc 2	Esc 3	Esc 1.	Esc 2	Esc 3	Esc 1.	Esc 2	Esc 3	Esc 1.	Esc 2	Esc 3	Esc 1.	Esc 2	Esc 3
AT	0,49	0,26	0,37	0,48	0,25	0,36	0,49	0,26	0,37	0,49	0,26	0,37	0,47	0,24	0,36	0,47	0,24	0,35
BE	0,50	0,27	0,39	0,51	0,28	0,39	0,51	0,28	0,39	0,50	0,27	0,38	0,50	0,27	0,38	0,49	0,26	0,37
BG	0,63	0,40	0,51	0,62	0,39	0,50	0,62	0,39	0,51	0,64	0,41	0,53	0,62	0,39	0,50	0,60	0,37	0,48
CY	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,63	0,63	0,63	0,62	0,62	0,62
CZ	0,66	0,43	0,54	0,65	0,41	0,53	0,65	0,42	0,53	0,63	0,40	0,52	0,62	0,39	0,50	0,61	0,38	0,50
DE	0,63	0,40	0,51	0,62	0,39	0,51	0,62	0,39	0,51	0,62	0,39	0,51	0,63	0,40	0,51	0,62	0,39	0,51
DK	0,61	0,38	0,49	0,61	0,38	0,50	0,60	0,37	0,49	0,58	0,34	0,46	0,54	0,31	0,42	0,57	0,34	0,45
EE	0,78	0,54	0,66	0,71	0,47	0,59	0,77	0,54	0,66	0,75	0,52	0,64	0,71	0,48	0,60	0,73	0,50	0,61
EL	0,70	0,47	0,58	0,69	0,46	0,58	0,67	0,44	0,56	0,68	0,45	0,57	0,68	0,45	0,57	0,65	0,42	0,54
ES	0,58	0,35	0,46	0,56	0,33	0,45	0,53	0,30	0,42	0,56	0,32	0,44	0,56	0,33	0,45	0,53	0,30	0,42
FI	0,51	0,28	0,40	0,52	0,29	0,41	0,54	0,31	0,42	0,52	0,28	0,40	0,49	0,26	0,37	0,51	0,27	0,39
FR	0,45	0,22	0,34	0,45	0,22	0,34	0,45	0,22	0,34	0,45	0,22	0,33	0,45	0,22	0,33	0,45	0,22	0,33
HR	0,51	0,28	0,39	0,49	0,26	0,38	0,48	0,25	0,37	0,49	0,26	0,38	0,49	0,26	0,37	0,48	0,25	0,36
HU	0,53	0,30	0,42	0,52	0,29	0,41	0,53	0,30	0,41	0,52	0,29	0,40	0,51	0,28	0,39	0,50	0,27	0,38
IE	0,65	0,42	0,53	0,63	0,40	0,52	0,63	0,40	0,52	0,63	0,40	0,51	0,64	0,41	0,52	0,61	0,38	0,50
IT	0,60	0,37	0,48	0,58	0,35	0,47	0,58	0,35	0,47	0,58	0,35	0,47	0,58	0,35	0,46	0,56	0,33	0,45
LT	0,45	0,22	0,33	0,45	0,22	0,34	0,48	0,25	0,36	0,46	0,23	0,35	0,47	0,24	0,35	0,53	0,30	0,41
LU	0,47	0,24	0,35	0,48	0,25	0,36	0,47	0,24	0,35	0,47	0,23	0,35	0,47	0,24	0,35	0,45	0,22	0,33
LV	0,46	0,23	0,34	0,46	0,23	0,34	0,47	0,24	0,35	0,47	0,24	0,36	0,45	0,22	0,34	0,46	0,23	0,35
MT	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,64	0,64	0,64
NL	0,61	0,38	0,49	0,62	0,39	0,50	0,62	0,39	0,50	0,60	0,37	0,49	0,59	0,36	0,48	0,59	0,36	0,47
PL	0,79	0,56	0,68	0,79	0,56	0,67	0,79	0,56	0,67	0,78	0,55	0,67	0,76	0,53	0,65	0,77	0,54	0,66
PT	0,58	0,35	0,46	0,58	0,35	0,47	0,54	0,31	0,42	0,56	0,32	0,44	0,57	0,33	0,45	0,54	0,31	0,42
RO	0,61	0,38	0,50	0,60	0,37	0,48	0,58	0,35	0,47	0,60	0,37	0,49	0,60	0,37	0,48	0,56	0,33	0,45
SE	0,43	0,20	0,32	0,43	0,20	0,32	0,44	0,21	0,32	0,43	0,20	0,32	0,43	0,20	0,31	0,43	0,20	0,31
SI	0,52	0,29	0,40	0,51	0,28	0,39	0,51	0,28	0,39	0,52	0,29	0,40	0,51	0,28	0,40	0,51	0,28	0,39
SK	0,49	0,26	0,38	0,49	0,26	0,37	0,49	0,26	0,37	0,48	0,25	0,37	0,47	0,24	0,36	0,48	0,25	0,36
UK	0,65	0,42	0,53	0,63	0,40	0,51	0,63	0,40	0,52	0,63	0,39	0,51	0,64	0,41	0,52	0,62	0,39	0,51
<b>EU</b>	<b>0,58</b>	<b>0,35</b>	<b>0,46</b>	<b>0,57</b>	<b>0,34</b>	<b>0,46</b>	<b>0,57</b>	<b>0,34</b>	<b>0,45</b>	<b>0,57</b>	<b>0,34</b>	<b>0,45</b>	<b>0,57</b>	<b>0,34</b>	<b>0,45</b>	<b>0,56</b>	<b>0,33</b>	<b>0,44</b>

Fuente: Elaboración propia

Para cuantificar económicamente la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, se debe establecer un precio para este gas de efecto invernadero. Se introduce en este punto el concepto de coste social del carbono (CSC), definido como el valor monetario de los daños provocados por la emisión de una tonelada adicional de carbono en algún momento del tiempo (Pearce, 2005). La referencia temporal habitual es el período actual, pero es previsible que el “coste del daño marginal” de las emisiones futuras aumente en el tiempo debido, por una parte, a la acumulación de los gases de efecto invernadero en la atmósfera y, por otra, al aumento de la valoración relativa de los daños del calentamiento global como consecuencia del aumento de la

renta. El mismo autor, define el CSC como el coste actualizado de los daños incrementales generados por una tonelada adicional de CO<sub>2</sub> durante su período de permanencia en la atmósfera.

Tol (2012) remarca la contribución del CSC a la definición de políticas energéticas y analiza la bibliografía existente relativa al CSC, advirtiendo de las significantes variaciones que experimenta este coste en las diferentes publicaciones. Tol analiza 232 datos publicados sobre el CSC y extrae los valores estadísticos más representativos, los cuales se muestran en la Tabla 4.9:

Tabla 4.9. Coste social del carbono (CSC) de acuerdo al análisis de Tol (2012).

Coste social del carbono (euros/tCO <sub>2</sub> )	
Media	49
Moda	14
Mediana	32

Fuente: Tol (2012).

Dadas las diferencias entre los valores del CSC analizados por Tol, en esta investigación se ha utilizado el valor de la mediana (32€/tCO<sub>2</sub>), por ser el valor intermedio de los tres analizados. García-Redondo y Román-Collado (2014) y Marcantonini y Ellerman (2013) utilizan el precio del CO<sub>2</sub> en el mercado de derechos de emisión (EU ETS), se trata de una estimación más conservadora, puesto que este precio es sensiblemente inferior que el CSC en el período considerado, tal y como se aprecia en la Tabla 4.10:

Tabla 4.10. Precio del CO<sub>2</sub> en el mercado europeo de derechos de emisión (2008-2013).

Precio CO <sub>2</sub> EU ETS	2008	2009	2010	2011	2012	2013
€/tCO <sub>2</sub>	19,8	13,0	14,0	11,9	7,3	4,5

Fuente: Sendeco2 (2015)

Otros autores, sin embargo, consideran precios del CSC superiores a los valores presentados por Tol (2012). Lehr *et al.* (2012) y Breitschopf y Held (2014) utilizan un precio de 80 €/tCO<sub>2</sub>. Por tanto, el valor usado en este capítulo se encuentra en un lugar intermedio dentro del rango de valores considerados en la literatura.

El ahorro económico asociado a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> se calcula utilizando la Ecuación 4.19:

$$AE_y = \sum_r P_{CSC} \cdot FE_{CM,y} \cdot EF_{r,y}$$

Ecuación 4.19

Donde:

- AE<sub>y</sub> = Cuantificación económica del ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub> en el sistema eléctrico en el año y (€)
- P<sub>CSC</sub> = Coste social del carbono (CSC) de acuerdo a los análisis de Tol (2012) (€/tCO<sub>2</sub>)
- EF<sub>r,y</sub> = Total energía final ahorrada por la introducción de la tecnología renovable *r* en el año *y* (MWh)
- FE<sub>CM,y</sub> = Factor de emisión de CO<sub>2</sub> aplicando el margen combinado.
- r* = Tecnologías renovables
- y* = Año de monitorización (opción ex-post)

## 4.3 RESULTADOS

### 4.3.1 AHORROS POR LA REDUCCIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES

A continuación se presentan los ahorros por la reducción del uso de combustibles fósiles, utilizando la metodología desarrollada en el apartado 4.2 para las tecnologías eólica y solar fotovoltaica. Se consideran los tres escenarios propuestos (Figura 4.3 - Figura 4.5).

En el Anexo III (Tabla III.1 y Tabla III.2) se representan los ahorros energéticos por Estado miembro para la energía eólica y solar fotovoltaica, respectivamente. La cuantificación económica de estos ahorros, aplicando los precios medios para la energía primaria obtenidos en la Tabla 4.6, se presenta en la Tabla III.3 y Tabla III.4).

En 2013, la energía eólica supuso unos ahorros por reducción del consumo de combustibles fósiles de 514 TWh (6.411 M€) en el escenario 1, 455 TWh (9.054 M€) en el escenario 2 y 485 TWh (7.842 M€) en el escenario 3. Los ahorros económicos generados por la energía solar fotovoltaica por la reducción del consumo de combustibles fósiles fueron significativamente menores – escenario 1: 176 TWh (2.325 M€); escenario 2: 156 TWh (3.215 M€); escenario 3: 166 TWh (2.808 M€).

En el escenario 1 (Figura 4.3), el ahorro energético debido al uso de ambas tecnologías fue de 691 TWh en 2013, que en términos económicos equivale a un ahorro de 8.736 M€.

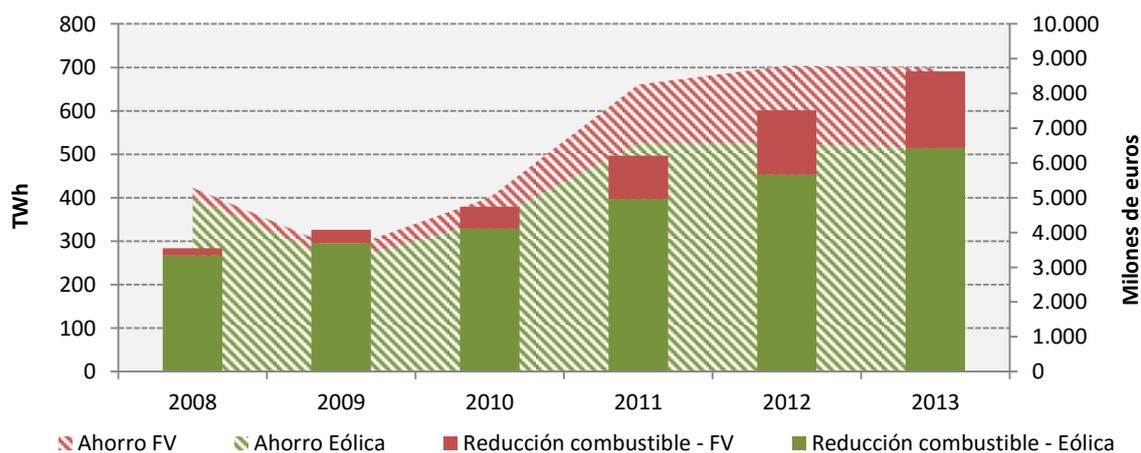
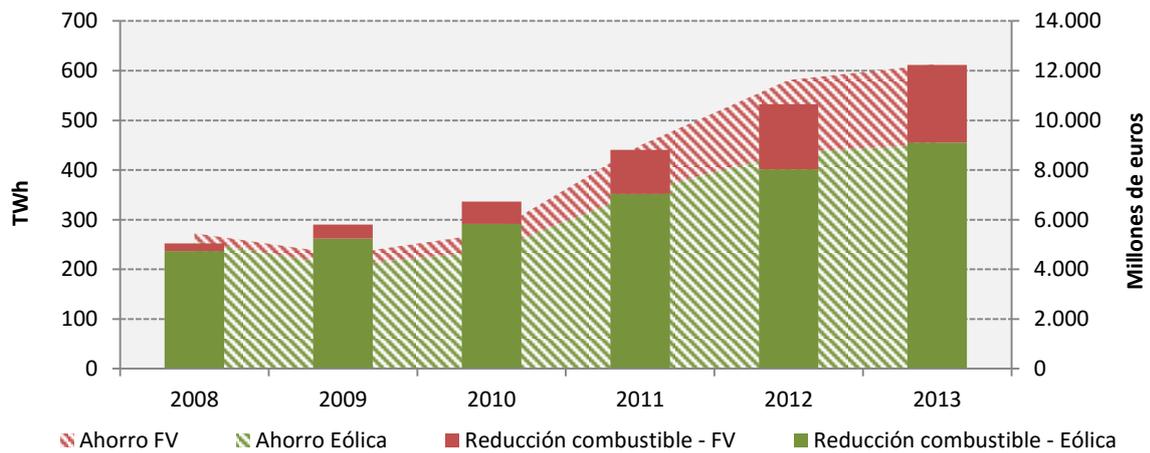


Figura 4.3. Ahorro energético por la reducción del uso de combustibles fósiles y ahorro económico asociado en el escenario 1 (2008-2013).

Fuente: Elaboración propia

En el escenario 2 (Figura 4.4) ambas tecnologías suponen un ahorro energético de 611 TWh y un ahorro económico de 12.270 M€.

Figura 4.4. Ahorro energético por la reducción del uso de combustibles fósiles y ahorro económico asociado en el escenario 2 (2008-2013).



Fuente: Elaboración propia

En el escenario 3 (Figura 4.5), el ahorro de combustibles fósiles en 2013 para ambas tecnologías puede cifrarse en 651 TWh, lo cual supuso un ahorro económico de 10.650 M€.

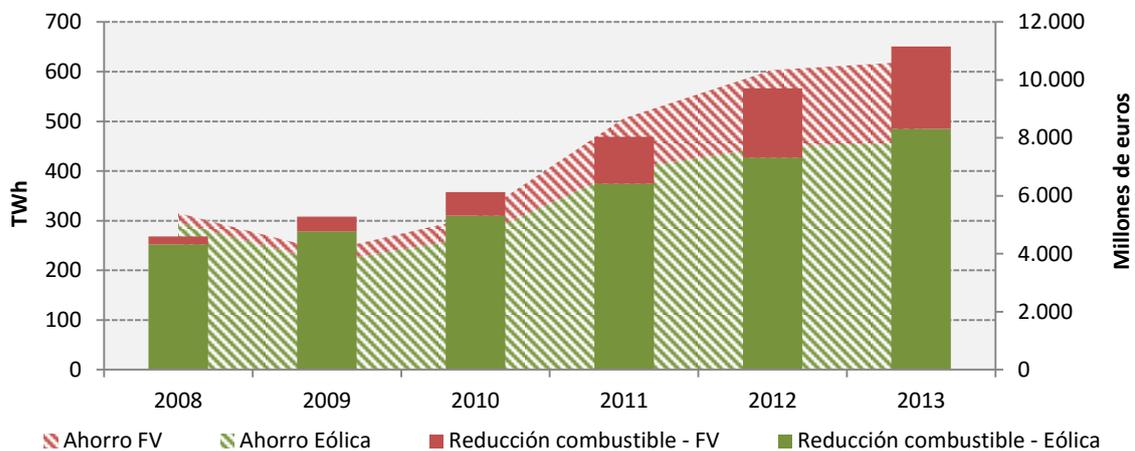


Figura 4.5. Ahorro energético por la reducción del uso de combustibles fósiles y ahorro económico asociado en el escenario 3 (2008-2013).

Fuente: Elaboración propia

En los tres escenarios se aprecia un importante descenso de los ahorros económicos vinculados a la sustitución de combustibles fósiles en 2009. El precio unitario de la energía

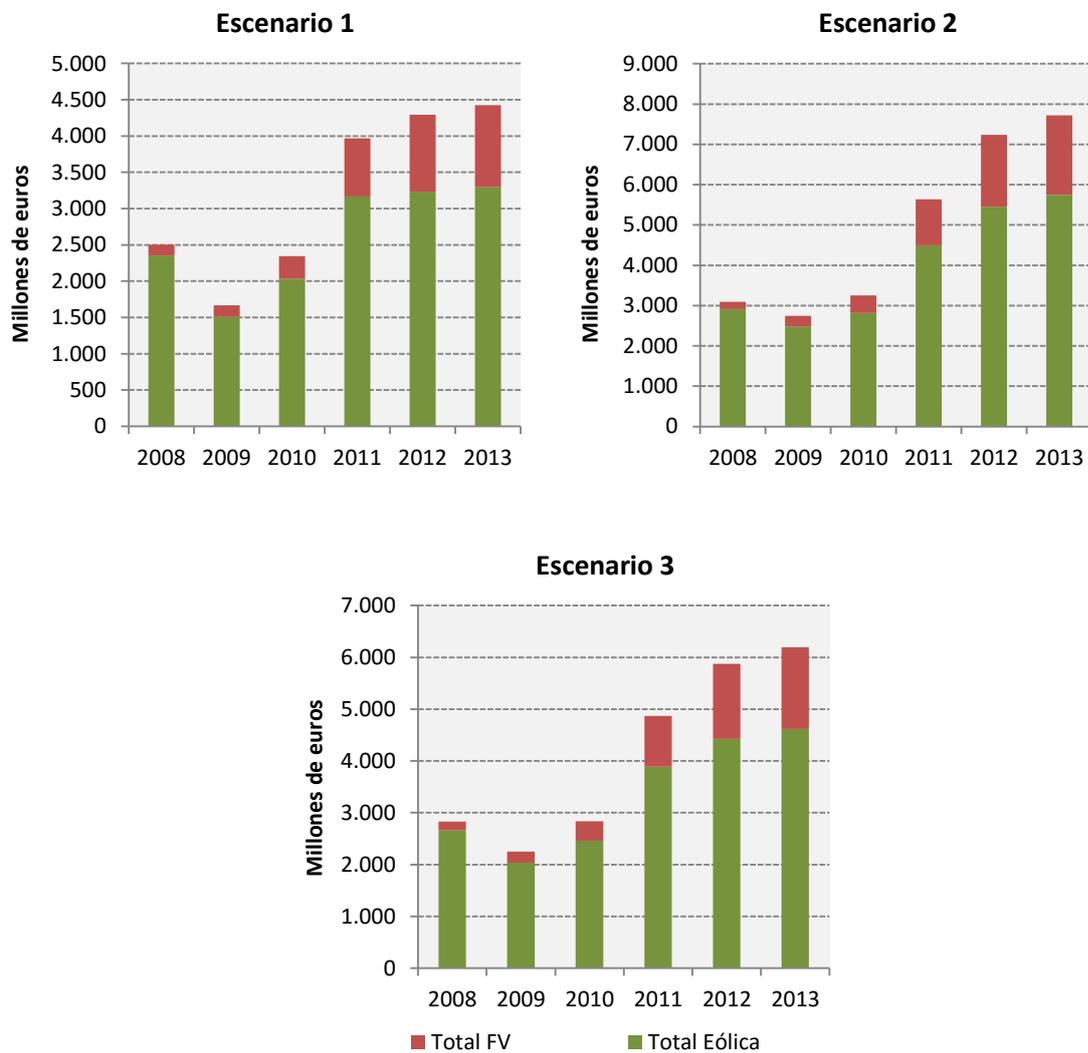
primaria (Tabla 4.6) está vinculado al precio de los combustibles fósiles (Figura 4.2) y al *mix* eléctrico existente en cada país, tal y como se explicó en el apartado 4.2.4.1. Los bajos precios de los combustibles fósiles en 2009 explican la disminución de los ahorros económicos en dicho año en todos los escenarios.

Como se ha explicado también en el apartado 4.2.4.1, los ahorros económicos debidos a la sustitución de las tecnologías fósiles por renovables pueden ser más beneficiosos para aquellos países con una alta dependencia energética, y que por tanto se ven obligados a importar combustibles fósiles del exterior. Hasta ahora se han analizado los ahorros económicos vinculados al uso de las energías renovables. Este ahorro, para aquellos países que dispongan de combustibles fósiles, supondrá un aumento de sus reservas, mientras que para aquellos países importadores de combustibles fósiles supondrá una importante reducción de su factura energética.

A continuación se analiza el ahorro económico en importaciones de combustibles fósiles que experimenta la UE y los Estados miembros en el período 2008-2013 en los tres escenarios considerados, teniendo en cuenta la dependencia energética de los Estados miembros (Tabla 4.5). Los resultados se muestran en el Anexo III (Tabla III. 5 y Tabla III. 6).

En la Figura 4.6 se muestran los resultados relativos al ahorro económico de importaciones en los tres escenarios considerados en 2013. En el escenario 1 se produce un ahorro en las importaciones para ambas tecnologías de 4.427 M€. Este valor, debido al alto precio del gas natural, aumenta hasta 7.721 M€ en el escenario 2. El escenario 3 es un escenario intermedio con unos ahorros en las importaciones de 6.197 M€.

Figura 4.6. Ahorro económico por la reducción de importaciones de combustibles fósiles en los tres escenarios considerados (2008-2013).



Fuente: Elaboración propia

Considerando el escenario 3 y el año 2013, se aprecia que el ahorro global debido a la reducción de importaciones beneficia principalmente a tres países: Alemania (1.994 M€), España (1.794 M€) e Italia (1.286 M€).

### 4.3.2 AHORROS VINCULADOS A LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub> EVITADAS

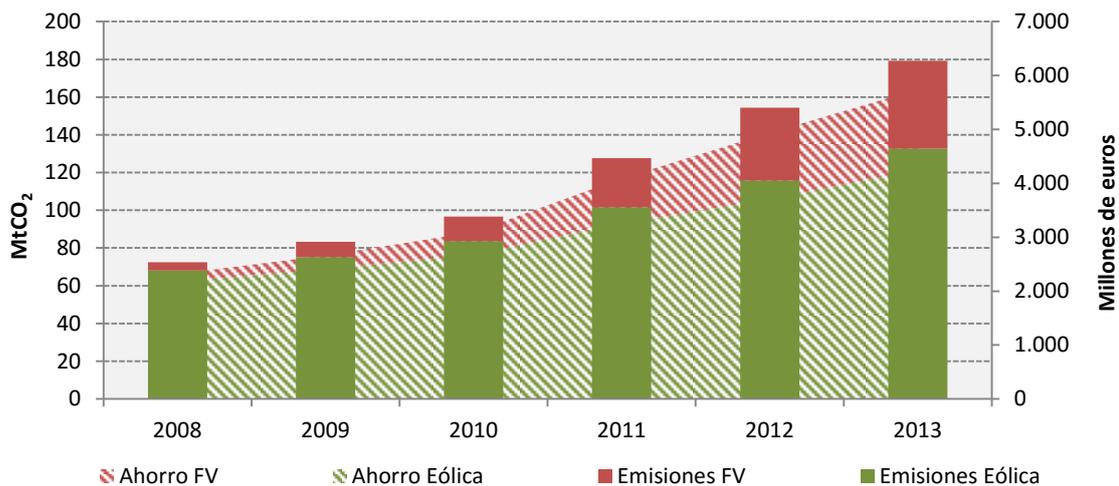
Aplicando la metodología desarrollada en el apartado 4.2.4.2, las emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas en cada uno de los tres escenarios considerados por la introducción en la UE de las tecnologías renovables se muestran de la Figura 4.7 a la Figura 4.9

En el Anexo IV, la Tabla IV.1 y la Tabla IV.2 muestran las emisiones evitadas por la introducción de las tecnologías eólica y solar fotovoltaica en cada uno de los Estados miembros. En la Tabla IV.3 y Tabla IV.4 está representado el ahorro económico en millones de euros asociado a la reducción de emisiones para ambas tecnologías. Como ha explicado en el apartado 4.2.4.2 se ha tomado como precio del CO<sub>2</sub> la mediana (32 €/tCO<sub>2</sub>) de los valores analizados por Tol (2012).

En los tres escenarios presentados se observa que la energía eólica es la tecnología que más contribuye a la mitigación de CO<sub>2</sub>, únicamente precedida por la energía hidroeléctrica. Ambas tecnologías (eólica y solar fotovoltaica) han experimentado un importante desarrollo en el período analizado, como también lo ha hecho su contribución a la reducción de emisiones.

En el escenario 1 (Figura 4.7) se aprecia que la reducción de emisiones en 2013 alcanzó los 179 MtCO<sub>2</sub>, lo cual supuso un ahorro de 5.739 M€.

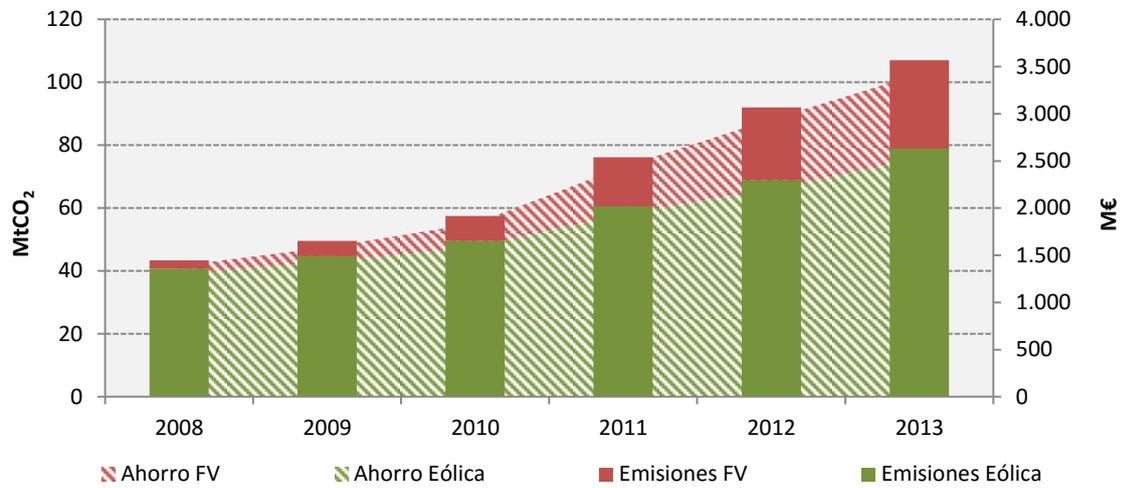
Figura 4.7. Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y ahorro económico asociado en el escenario 1 (2008-2013).



Fuente: Elaboración propia

En el escenario 2 (Figura 4.8) ambas tecnologías renovables dieron lugar a una reducción de emisiones de 107 MtCO<sub>2</sub> en 2013 y a unos ahorros al sistema de 3.424 M€.

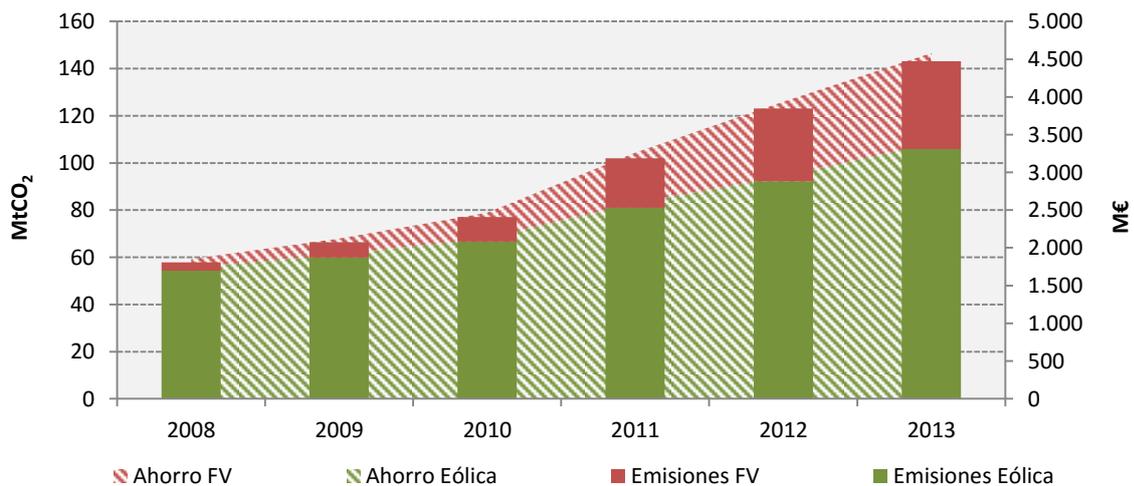
Figura 4.8. Reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y ahorro económico asociado en el escenario 2 (2008-2013).



Fuente: Elaboración propia

En el escenario 3 (Figura 4.9), escenario intermedio de los tres considerados, ambas tecnologías contribuyeron a la reducción de 143 MtCO<sub>2</sub> en 2013. Esto supone un incremento del 55% en las emisiones evitadas entre el inicio y el final del período considerado. Los ahorros en este caso fueron de 4.581 M€.

Figura 4.9. Reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y ahorro económico asociado en el escenario 3 (2008-2013).



Fuente: Elaboración propia

## 4.4 DISCUSIÓN

### 4.4.1 ANÁLISIS DE LOS AHORROS POR LA REDUCCIÓN DEL USO DE COMBUSTIBLES FÓSILES

Analizando los resultados por Estado miembro y tomando como referencia el escenario 3, se observa que en 2013 (último año con datos disponibles) el ahorro energético en tres países (Alemania, Italia y España) supuso el 74% del ahorro energético total atribuible a las dos tecnologías analizadas. Debido a los diferentes *mixes* de generación eléctrica, en los tres países mencionados se registraron el 77% de los ahorros económicos.

Por tecnologías, pueden extraerse las siguientes conclusiones:

Energía eólica: Los tres países en los que esta tecnología supuso en 2013 un mayor ahorro energético y también económico fueron: Alemania (110 TWh - 1.748 M€), España (108 TWh - 1.713 M€) y Reino Unido (62 TWh - 1.023 M€). El ahorro energético y económico generado por la energía eólica es especialmente importante en Irlanda (77% del total de ahorro producido con energías renovables), Chipre y Dinamarca (71%), mientras que la media global es del 27% (28% en el caso de los ahorros económicos). En el período 2008-2013 los ahorros energéticos derivados de esta tecnología han crecido un 97%, mientras que los ahorros económicos han aumentado en un 58%.

Energía solar fotovoltaica: Los ahorros energéticos vinculados a esta tecnología se han multiplicado por diez en el período 2008-2013, mientras que los ahorros económicos se han multiplicado por siete. Los países con mayores ahorros por la reducción de consumo de combustibles fósiles vinculados a esta tecnología han sido Alemania (66 TWh - 1.051 M€), Italia (41 TWh - 830 M€) y España (17 TWh - 265 M€). En Malta (85%), Grecia (25%) y Bélgica (21%) se registran las mayores contribuciones al total de ahorros energéticos y económicos comparado con el total de ahorros vinculados a las energías renovables.

#### 4.4.2 ANÁLISIS DE LOS AHORROS POR LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub> EVITADAS

El análisis por Estado miembro revela que casi el 70% de las emisiones evitadas por ambas tecnologías se concentran en cuatro países (Alemania, España, Italia y Reino Unido). Tomando el escenario intermedio (escenario 3) en el año, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

Energía eólica: Los tres países en los que esta tecnología supuso en 2013 una mayor reducción de las emisiones, y por tanto, un mayor ahorro económico, fueron Alemania (26 MtCO<sub>2</sub> – 839 M€), España (22 MtCO<sub>2</sub> – 711 M€) y Reino Unido (14 MtCO<sub>2</sub> – 462 M€), seguidos a considerable distancia por Italia (6,6 MtCO<sub>2</sub> – 211 M€). El desarrollo de esta tecnología, y por tanto su reducción de emisiones, es prácticamente nulo en Malta, Eslovaquia y Eslovenia. La contribución global de la energía eólica a la reducción de emisiones en la UE fue del 28% en 2013. Son varios los países cuya contribución se sitúa por encima de la media, como es el caso de Chipre, donde el desarrollo de las energías renovables es muy escaso, pero la tecnología más utilizada es la energía eólica (0,1 MtCO<sub>2</sub>, lo que significa el 71% de sus ahorros totales). Otros países donde la contribución al ahorro de emisiones de la energía eólica es elevada son Irlanda (77%), Dinamarca (71%), Reino Unido (51%), España (48%) y Países Bajos (47%). Debido al rápido desarrollo de esta tecnología en prácticamente todos los Estados miembros, el total de emisiones evitadas ha aumentando gradualmente, registrándose un incremento del 85% en el período 2008-2013.

Energía solar fotovoltaica: En términos relativos, es la tecnología que más ha aumentado su contribución al ahorro de emisiones en el período analizado, pasando de representar el 1% del total de emisiones evitadas por todas las tecnologías renovables en 2008 al 10% en 2013. Las emisiones evitadas en la UE por esta tecnología se han multiplicado por 10 en el período 2008-2013, pasando de 4 MtCO<sub>2</sub> (117 M€) en 2008 a 37 MtCO<sub>2</sub> (1.194 M€) en 2013. En 2013, representó el 85% del total de las emisiones evitadas por las energías renovables en Malta, el 25% en Grecia, el 21% en Bélgica y el 20% en la República Checa y Alemania. En términos absolutos, los países que lograron un mayor ahorro de emisiones debido a esta tecnología fueron Alemania (16 MtCO<sub>2</sub> – 505 M€) e Italia (9,5 MtCO<sub>2</sub> – 303 M€). Sin embargo, otros países no registran emisiones evitadas por esta tecnología, debido a su escaso desarrollo. Es el caso de Estonia, Irlanda y Letonia.

#### 4.4.3 COMPARACIÓN CON ESTUDIOS SIMILARES

Aunque no se tiene constancia de estudios similares con el nivel de desagregación del presente estudio, existen análisis de la situación concreta por país. A continuación se comparan los resultados de otros estudios que aplican diferentes metodologías de cálculo con los resultados obtenidos en esta investigación.

Los datos de ahorros en importaciones totales para Alemania coinciden con los datos de varios estudios llevados a cabo en ese país. Lehr *et al.* (2012) estiman unos ahorros en importaciones de 2.900 M€ en 2011 para todas las tecnologías renovables, que se encuentran dentro del rango de valores estimados en esta investigación (2.378 M€ - esc. 1; 4.016 M€ - esc. 2 y 3.257 M€ - esc. 3). Las estimaciones sobre ahorro de importaciones de Breitschopf y Held (2014) - 3.900 M€ en 2012 en Alemania, también están en línea con los resultados de la presente investigación (2.327 M€ - esc. 1; 4.896 M€ - esc. 2 y 3.700 M€ - esc. 3). Por su parte, Marcantonini y Ellerman (2013) consideran unos ahorros de combustible para Alemania ligeramente superiores a los obtenidos en esta investigación (Tabla 4.11).

Tabla 4.11. Comparación de los datos de ahorros por la reducción del uso combustibles fósiles en Alemania con los datos de otros estudios.

Millones de euros	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Eólica</b>					
Marcantonini y Ellerman (2013)	1.204	1.578	1.913	1.326	1.352
Esc. 1	-	-	1.669	871	1.117
Esc. 2	-	-	1.740	1.192	1.235
Esc. 3	-	-	1.712	1.044	1.183
<b>Fotovoltaica</b>					
Marcantonini y Ellerman (2013)	107	124	212	234	417
Esc. 1	-	-	182	149	348
Esc. 2	-	-	190	204	384
Esc. 3	-	-	187	178	368

Fuente: Marcantonini y Ellerman (2013) y elaboración propia.

A nivel general, el estudio *Energy Economic Developments in Europe* (Comisión Europea, 2014) analiza por tecnología los ahorros en importaciones en Europa en 2010. Para ello, aplican una metodología basada en suponer que las energías renovables sustituyen al *mix* formado por el resto de combustibles fósiles. Los resultados de este estudio coinciden con los resultados obtenidos en esta investigación (Tabla 4.12).

Tabla 4.12. Comparación de los datos de ahorros de importaciones de combustibles fósiles en la UE con los datos de otros estudios.

Millones de euros (2010)	Eólica	PV
EU COM, 2014	2.200	300
Esc. 1	2.083	320
Esc. 2	2.901	448
Esc. 3	2.526	389

*Fuente:* Comisión Europea (2014) y Elaboración propia.

Existe una mayor discrepancia con respecto a los ahorros derivados de la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, debido, como se ha mencionado anteriormente, al CSC considerado en cada caso. En esta investigación se ha considerado la mediana analizada por Tol (2012) que son 32€/tCO<sub>2</sub>, si bien otros estudios consideran valores distintos: García-Redondo y Román-Collado (2014) y Marcantonini y Ellerman (2013) consideran directamente los valores del mercado de derechos de emisión. Lehr *et al.* (2012) y Breitschopf y Held (2014) consideran un precio de 80€/tCO<sub>2</sub>. Debe tenerse en cuenta que las diferencias más importantes entre los resultados obtenidos para los diferentes Estados miembros en la presente investigación, y los que aportan otros autores, se deben fundamentalmente a la elección de este valor.

## 4.5 CONCLUSIONES

El uso de las energías renovables trae consigo importantes beneficios económicos. En este capítulo se han cuantificado los beneficios económicos debidos a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y al ahorro en el consumo de combustibles fósiles y, por consiguiente, en las importaciones de los mismos. Hay que tener en cuenta que ambos ahorros se clasifican en grupos de impactos diferentes. A los ahorros debidos a la reducción de emisiones se les considera impactos sobre el sistema, mientras que a los derivados de la disminución del uso de combustibles fósiles, y por tanto de importaciones, se les considera impactos macroeconómicos.

Para cuantificar estos beneficios se ha utilizado una novedosa herramienta creada por la CMNUCC, y que hasta el momento sólo se había utilizado para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas por la puesta en marcha de proyectos MDL. Esta herramienta se ha adaptado a las necesidades del presente estudio, con el fin de poder cuantificar los ahorros económicos derivados de la reducción del uso de combustibles fósiles y de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Dicha herramienta supone que las energías renovables sustituyen a otras tecnologías y para ello emplea diferentes enfoques. Se ha utilizado una combinación del margen de operación promedio ( $OM_{\text{promedio}}$ ) y del margen de construcción (BM). Para acotar más los resultados, se proponen tres escenarios. El escenario 1 considera que al aplicar el margen de construcción (margen BM), las plantas de energías renovables evitaron o retrasaron la construcción de plantas de carbón en la UE. El escenario 2 considera que fueron las plantas de gas natural las que se retrasaron o evitaron. Y el escenario 3 supone que fueron ambos tipos de centrales (al 50%) las que pudieron verse afectadas.

Los resultados obtenidos muestran la relevancia de los beneficios económicos asociados a las dos tecnologías analizadas (energía eólica y solar fotovoltaica), ya citados por numerosos autores. Considerando el CSC como 32 €/tCO<sub>2</sub>, los ahorros totales en el período 2008-2013 por la reducción de las emisiones fueron de 23.209 M€ (esc. 1), 13.989 M€ (esc. 2) y 18.599 M€ (esc. 3). Por otra parte, los ahorros por reducción en el uso de combustibles fósiles fueron de 39.597 M€ (esc. 1), 48.419 M€ (esc. 2) y 44.436 M€ (esc. 3) para ambas tecnologías.

## 4.6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIE (2007) *Energy Policies of IEA Countries: Germany: 2007. Review*. Agencia Internacional de la Energía. París, Francia. 184pp. ISBN: 978-92-64-02223--2
- BP (2015). BP Statistical Review of World Energy 2014. British Petroleum. Disponible en: <http://www.bp.com/>. Acceso 10 de junio de 2015.
- Breitschopf B., Held A. (2014). Guidelines for assessing costs and benefits of RET deployment. Proyecto Europeo DIA-CORE (Energía Inteligente para Europa). Contrato N°: IEE/12/833/SI2.645735. 42pp. Disponible en: [http://diacore.eu/images/files2/D4.1\\_FhSI\\_Cost\\_Benefit\\_Approach\\_DIACORE.pdf](http://diacore.eu/images/files2/D4.1_FhSI_Cost_Benefit_Approach_DIACORE.pdf)
- CEER (2011). Report on Renewable Energy Support in Europe. Consejo Europeo de Reguladores Energéticos. Ref: C10-SDE-19-04a. Bruselas, Bélgica. 22pp. Disponible en: [http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER\\_HOME/EER\\_PUBLICATIONS/CEER\\_PAPERS/Electricity](http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER_HOME/EER_PUBLICATIONS/CEER_PAPERS/Electricity)
- CEER (2013). Status Review of Renewable and Energy Efficiency Support Schemes in Europe. Consejo Europeo de Reguladores Energéticos. Ref: C12-SDE-33-03. Bruselas, Bélgica. 53pp. Disponible en: [http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER\\_HOME/EER\\_PUBLICATIONS/CEER\\_PAPERS/Electricity](http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER_HOME/EER_PUBLICATIONS/CEER_PAPERS/Electricity)
- CEER (2015). Status Review of Renewable and Energy Efficiency Support Schemes in Europe in 2012 and 2013. Consejo Europeo de Reguladores Energéticos. Ref: C14-SDE-44-03. Bruselas, Bélgica. 67pp. Disponible en: [http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER\\_HOME/EER\\_PUBLICATIONS/CEER\\_PAPERS/Electricity](http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER_HOME/EER_PUBLICATIONS/CEER_PAPERS/Electricity)
- CMNUCC (2013). Tool to calculate the emission factor for an electricity system. Versión 04.0. Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Bonn, Alemania. 42pp. Disponible en: [https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-07-v1.1.pdf/history\\_view](https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-07-v1.1.pdf/history_view)
- Comisión Europea (1993). Decisión 94/69/CE del Consejo, de 15 de diciembre de 1993, relativa a la celebración de la Convención Marco sobre el Cambio Climático.

Comisión Europea (2004). Decisión de la Comisión Europea 2004/156/CE de 29 de enero de 2004, por la que se establecen directrices para el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de conformidad con la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (Texto pertinente a efectos del EEE) [notificada con el número C(2004) 130]

Comisión Europea (2010a). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, de 10 de noviembre de 2010. *Energía 2020: Estrategia para una energía competitiva, sostenible y segura*. EU COM/2010/639 final.

Comisión Europea (2010b) Comunicación de la Comisión Europea. *2020: Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador*. EU COM/2010/2020 final.

Comisión Europea (2011). Decisión de Ejecución de la Comisión 2011/877/EU, de 19 de diciembre de 2011, por la que se establecen valores de referencia de la eficiencia armonizados para la producción por separado de calor y electricidad, de conformidad con lo dispuesto en la Directiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo y el Consejo, y por la que se deroga la Decisión 2007/74/CE de la Comisión.

Comisión Europea (2012). *Energy markets in the European Union in 2011*. Bruselas, Bélgica. 158pp. ISBN 978-92-79-25489-5

Comisión Europea (2013). Libro Verde. *Un marco para las políticas de clima y energía en 2030*. EU COM/2013/169 final.

Comisión Europea (2014). *Energy Economic Developments in Europe*. Directorate-General for Economic and Financial Affairs. Bruselas, Bélgica. 160pp. ISBN 978-92-79-35345-1.

Crane K., Curtright A.E., Ortiz D.S., Samaras C., Burger N. (2011). The economic costs of reducing greenhouse gas emissions under a U.S. national renewable electricity mandate. *Energy Policy*; **39(5)**: 2730-9.

Del Río P. (2007). Encouraging the implementation of small renewable electricity CDM projects: An economic analysis of different options. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; **11(7)**: 1361-87.

Eurostat (2015a). Eurostat Statistical Database. Disponible en:

[http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg\\_105a&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_105a&lang=en). Acceso:

15 mayo 2015.

Eurostat (2015b). Eurostat Statistical Database. Disponible en:

[http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg\\_125a&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_125a&lang=en) Acceso 15 de mayo, 2015.

Eurostat (2015c). Eurostat Statistical Database. Disponible en:

[http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg\\_122a&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_122a&lang=en). Acceso 18 de mayo 2015.

Eurostat (2015d). Eurostat Statistical Database. Disponible en:

[http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg\\_123a&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_123a&lang=en). Acceso 18 de mayo 2015.

Eurostat (2015e). Eurostat Statistical Database. Disponible en:

[http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg\\_124a&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_124a&lang=en). Acceso 18 de mayo 2015.

FMI (2015). Fondo Monetario Internacional. Disponible en:

<http://www.imf.org/external/np/res/commod/index.aspx>. Acceso 8 de febrero, 2015.

Frondel M., Ritter N., Schmidt C.M., Vance C. (2010). Economic impacts from the promotion of renewable energy technologies: The German experience. *Energy Policy*; **38 (8)**: 4048-56.

García Redondo A.J., Román Collado R. (2014). An economic valuation of renewable electricity promoted by feed-in system in Spain. *Renewable Energy*; **68**: 51-7.

Gutiérrez-Martín F., Da Silva-Álvarez R.A., Montoro-Pintado P. (2013). Effects of wind intermittency on reduction of CO<sub>2</sub> emissions: The case of the Spanish power system. *Energy*; **61**: 108-17.

Kartha S., Lazarus M., Bosi M. (2004). Baseline recommendations for greenhouse gas mitigation projects in the electric power sector. *Energy Policy*; **32 (4)**: 545-66.

Kjärstad J., Johnsson F. (2007). The European power plant infrastructure—Presentation of the Chalmers energy infrastructure database with applications. *Energy Policy*; **35(7)**: 3643-64.

Lehr U., Breitschopf B., Diekmann J., Horst J., Klobasa M, Sensfuß F. y Steinbach J. (2012a). Renewable energy development—Do the benefits outweigh the costs? Discussion Paper, 2012/5. 30pp. Disponible en: <http://www.gws-os.com/discussionpapers/gws-paper12-5.pdf>

- Lütkenhorst W., Pegels A. (2014). Germany's Green Industrial Policy Stable Policies – Turbulent Markets: The costs and benefits of promoting solar PV and wind energy. Research report of the International Institute for Sustainable Development. Winnipeg, Canada. 89pp. Disponible en: [https://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/rens\\_gip\\_germany.pdf](https://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/rens_gip_germany.pdf)
- Marcantonini C., Ellerman A.D. (2013). The Cost of Abating CO<sub>2</sub> Emissions by Renewable Energy Incentives in Germany. MIT CEEPR Working Paper 2013-005. 35pp. Disponible en: <http://web.mit.edu/ceepr/www/publications/workingpapers/2013-005.pdf>
- MINECO (2015). *Base de datos series cambio dólar/euro* – Ministerio de Economía y Competitividad de España. Disponible en: <http://serviciosweb.meh.es/apps/dgpe/BDSICE/Busquedas/busquedas.aspx>
- MINETUR (2014). Estadística Eléctrica Anual. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de España. Disponible en: <http://www.minetur.gob.es/energia/balances/Publicaciones/ElectricasAnuales/Paginas/ElectricasAnuales.aspx>. Acceso 10 octubre de 2014.
- Mitchell C., Sawin J.L., Pokharel G.R., Kammen D., Wang Z., Fifita S. *et al.* (2011). *Policy, Financing and Implementation*. IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. In: Edenhofer O., Pichs-Madruga R., Sokona Y., Farahani E., Kadner S., Seyboth K. *et al.* (eds.). Cambridge, Cambridge University Press.
- Moran D., Sherrington C. (2007). An economic assessment of windfarm power generation in Scotland including externalities. *Energy Policy*; **35 (5)**: 2811-25.
- Ortega M., del Río P., Montero E.A. (2013). Assessing the benefits and costs of renewable electricity. The Spanish case. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; **27**: 294-304.
- Pearce D (2005). *The social Cost of Carbon*, In Helm, D. (ed.) *Climate Change Policy*. Oxford, Oxford University Press. 99-133.
- PICC (2006). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Intergovernmental Panel of Climate Change IGES. Japan. Disponible en: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
- PICC (2014). *Summary for Policymakers, In: Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Edenhofer O., Pichs-Madruga R., Sokona

Y., Farahani E., Kadner S., Seyboth K. *et al.* (eds.]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Tol R.S.C. (2012). A cost–benefit analysis of the EU 20/20/2020 package. *Energy Policy*; **49**: 288-295.

SendeCO2 (2015). Disponible en: <http://www.sendeco2.com/es/>. Acceso 3 de junio de 2015.

Weigt H., Ellerman D., Delarue E. (2013). CO<sub>2</sub> abatement from renewables in the German electricity sector: Does a CO<sub>2</sub> price help? *Energy Economics*; **40 (1)**: S149-S158.

# Capítulo 5

---

## IMPACTOS SOBRE EL EMPLEO

---

La metodología y los resultados de este capítulo se han publicado en:

Ortega M., del Río P., Ruiz P., Thiel C. (2015). Employment effects of renewable electricity deployment. A novel methodology. *Energy*; **91**: 940-51.



## CAPÍTULO 5. IMPACTOS SOBRE EL EMPLEO

5.1	Introducción .....	137
5.2	Revisión bibliográfica .....	139
5.2.1	Clasificación de los empleos.....	139
5.2.2	Métodos empleados para la cuantificación de empleos .....	139
5.2.3	Análisis de estudios de empleos globales publicados.....	141
5.3	Metodología.....	143
5.3.1	Factores de empleo (FE).....	145
5.3.2	Curvas de aprendizaje .....	147
5.3.3	Potencia a la que aplicar los factores de empleo.....	150
5.3.4	Validación de la metodología.....	159
5.4	Resultados.....	160
5.4.1	Energía eólica terrestre .....	160
5.4.1.1	Empleos generados por tipo de empleo .....	160
5.4.1.2	Empleos generados por actividad .....	161
5.4.1.3	Empleos generados en cada Estado miembro .....	162
5.4.2	Energía eólica marina.....	164
5.4.2.1	Empleos generados por tipo de empleo .....	164
5.4.2.2	Empleos generados por actividad .....	165
5.4.2.3	Empleos generados por Estado miembro .....	165
5.4.3	Energía solar fotovoltaica.....	166
5.4.3.1	Empleos generados por tipo de empleo .....	166
5.4.3.2	Empleos generados por actividad .....	167
5.4.3.3	Empleos generados por Estado miembro .....	168
5.5	Validación de los resultados .....	169
5.5.1	Energía eólica (marina y terrestre) .....	169
5.5.2	Energía solar fotovoltaica.....	172
5.6	Conclusiones .....	174
5.7	Referencias bibliográficas .....	176

# 5. IMPACTOS SOBRE EL EMPLEO

## 5.1 INTRODUCCIÓN

Los objetivos 20/20/20 marcados por la Directiva 2009/28/CE de energías renovables, relativos a las emisiones de gases de efecto invernadero, energías renovables y ahorro energético, han jugado un papel clave en el desarrollo económico y en la generación de empleo en la UE. La Comisión Europea atribuye a estas políticas 4,2 millones de empleos en diversas eco-industrias (incluyendo energías renovables y eficiencia energética entre otras), con un crecimiento continuo incluso durante la crisis (Comisión Europea, 2014).

Existen múltiples estudios que analizan el empleo asociado a las tecnologías renovables (en el siguiente apartado se ofrece una revisión detallada de los mismos). En los estudios analizados se cuantifican los empleos aplicando modelos de equilibrio general (principalmente tablas *input-output*) o métodos analíticos simples. La mayoría de estudios se centran en regiones concretas y aquellos de ámbito mundial o europeo no ofrecen resultados desagregados por países. Existe un vacío en la literatura y, que sepamos, ningún autor ha calculado de forma analítica los empleos asociados a las energías renovables considerando las diferencias entre países importadores y exportadores, aunque algunos autores advierten de la necesidad de que se tengan en cuenta en la cuantificación del empleo, por ejemplo, Lehr *et al.* (2012) y Dalton y Lewis (2011). Otro concepto importante a considerar son las curvas de aprendizaje, que consiste en asumir, tal y como avanzó Wright (1936), que los avances tecnológicos y las economías de escala, implican una reducción de costes y por consiguiente, también de empleos. Las curvas de aprendizaje se han aplicado a la generación de empleo en el sector fotovoltaico español por Llera *et al.* (2013).

El presente capítulo pretende aunar todas las consideraciones anteriormente mencionadas, centrándose en la energía eólica (terrestre y marina) y solar fotovoltaica y para el período 2008-2013. Se presenta una innovadora metodología para el cálculo de los empleos asociados a estas tecnologías. Esta metodología podría contribuir a una mejora en la concepción, implementación y monitorización de políticas vinculadas a las energías renovables. La principal novedad de esta metodología es que se considera la situación industrial de cada país, distinguiendo entre países importadores y exportadores. Además, se tienen en cuenta los efectos de las curvas de

aprendizaje en los factores de empleo. La aplicación de la metodología permite la cuantificación del empleo bruto (directo e indirecto) asociado a estas tecnologías en los Estados miembros de la UE. Los resultados obtenidos se han comparado con los de otros informes, demostrando que las desviaciones son mínimas.

La estructura del capítulo es la siguiente: en el apartado 5.2 se presenta una revisión pormenorizada de la literatura referente a la creación de empleo asociado a las tecnologías renovables. El apartado 5.3 describe la metodología propuesta en este estudio. Los resultados de la aplicación de esta metodología se exponen en el apartado 5.4 y éstos son validados en el apartado 5.5. En el apartado 5.6 se presentan las conclusiones. Los Anexos I, V y VI aportan material adicional para el cálculo de empleos y los resultados finales.

## 5.2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 5.2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS EMPLEOS

Al igual que sucede en otros sectores, los empleos asociados al sector de las energías renovables se pueden clasificar en empleos directos, indirectos e inducidos (IRENA, 2013).

- *Empleos directos*: Empleos generados por actividades principales relacionadas con el sector de las energías renovables, sin considerar actividades intermedias necesarias para la construcción de equipos o infraestructuras. Ej.: empleos generados en el ensamble de turbinas eólicas.
- *Empleos indirectos*: Empleos generados en sectores secundarios de actividad, no relacionados directamente con el sector de las energías renovables pero que aportan insumos a las actividades principales. Ej.: empleos generados en la producción de acero para utilizarlo en la manufactura de elementos de las turbinas eólicas.
- *Empleos inducidos*: Empleos generados en otros sectores de actividad, diferentes a los sectores principales o secundarios asociados a las energías renovables, derivados del aumento de la renta de los trabajadores de los sectores relacionados directa o indirectamente con las energías renovables. Ejemplo: empleos generados en sectores como el ocio o la restauración debidos al incremento del valor añadido bruto del sector eólico.

En la cuantificación de empleos se debe distinguir entre *empleos brutos*, que son el número total de empleos generados por un sector concreto y *empleos netos*, que son los empleos generados en un sector menos los empleos destruidos en otros sectores de actividad. En el caso de las energías renovables, generar empleo en el sector puede llevar asociada una pérdida de empleo en otros sectores (combustibles fósiles o energía nuclear, por ejemplo).

### 5.2.2 MÉTODOS EMPLEADOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE EMPLEOS

En cuanto a los métodos de cálculo de los empleos asociados a las renovables, podrían clasificarse en dos grandes grupos:

- *Utilización de tablas input-output (I-O) y modelos de equilibrio general*. Estos métodos posibilitan modelar el impacto sobre el empleo de las energías renovables buscando interrelaciones del sector con otros sectores y subsectores de la economía. Permiten el cálculo del empleo directo, indirecto e inducido, así como el empleo neto. Estos modelos

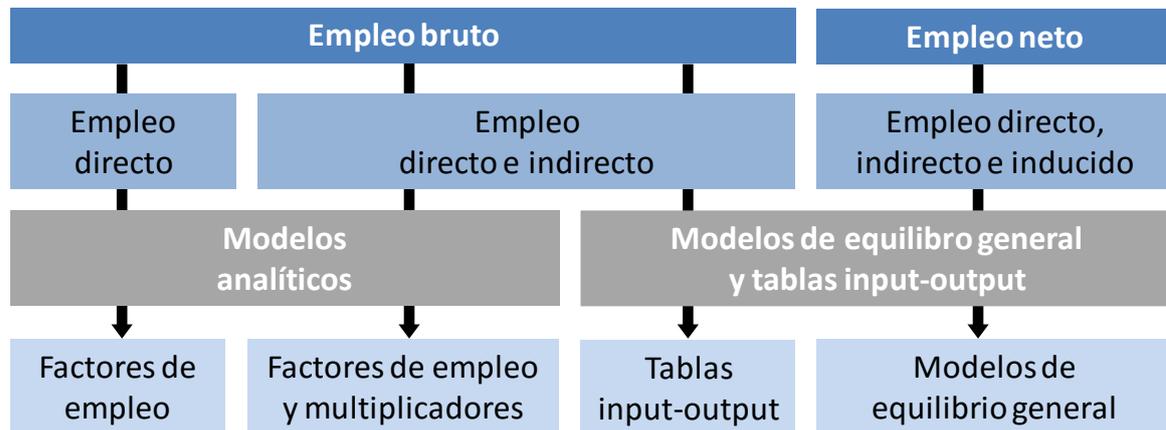
implican una extensa recopilación de datos y requieren un amplio conocimiento de las relaciones existentes entre sectores industriales. En ocasiones los resultados son opacos, haciendo difícil su interpretación. Su aplicación a nivel regional es limitada puesto que la información existente en los diferentes países no es homogénea, siendo su nivel de desagregación distinto en la mayoría de los casos y la publicación de los mismos puede sufrir importantes retrasos. Además, este método asume que no existen límites a la producción industrial de un sector. Las características inherentes a estos modelos han sido analizadas en detalle por Miller y Blair (2009).

Numerosos autores han utilizado esta metodología para el cálculo de los empleos asociados a las energías renovables. Por ejemplo, Lehr *et al.* (2008) analizan los empleos en Alemania utilizando tablas I-O y estiman los empleos en 2030 en base a dos escenarios. Ragwitz *et al.* (2009), en el marco del proyecto europeo EmployRES, cuantifican los empleos futuros asociados a las renovables en la UE. Tourkolias y Mirasgedis (2011) y Markaki *et al.* (2013) centran sus investigaciones en el empleo creado en Grecia, mientras que Cai *et al.* (2014) lo hacen en China y Oliviera *et al.* (2013) en Portugal. Simas y Pacca (2014) utilizan tablas I-O para calcular los empleos indirectos asociados a la energía eólica en Brasil, Caldés *et al.* (2009) analizan el empleo del sector solar termoeléctrico en España y Fanning *et al.* (2014) estiman el empleo asociado a la energía marina en Gales. Böhringer *et al.* (2013) utilizan un modelo de equilibrio general que aplican a las energías renovables eléctricas en Alemania. En sus conclusiones advierten de que la financiación de energías renovables tiene un efecto limitado en la creación de empleo.

- *Métodos analíticos.* Se trata de métodos más transparentes, basados en ocasiones en entrevistas y cuestionarios a agentes implicados o bien en el análisis de la cadena de valor de proyectos reales. Como resultado se obtienen los denominados factores de empleo (empleos/MW o empleos-año/MW), pudiendo hacer extensibles los resultados obtenidos a otras regiones. Este método sólo permite calcular el empleo bruto generado y para el cálculo de los empleos indirectos deben aplicarse multiplicadores. Thornley *et al.* (2008) analizan los factores de empleo en plantas de biomasa. Blanco y Rodrigues (2009) estudian el empleo asociado a la energía eólica en Europa y Van der Zwann *et al.* (2013) utilizan los factores de empleo para calcular los empleos generados por las energías solar y eólica en Oriente Medio. Wei *et al.* (2010) analizaron los factores de empleo para diversas tecnologías renovables, a través de una exhaustiva revisión bibliográfica.

La Figura 5.1 muestra un breve resumen de los métodos de cálculo existentes en la cuantificación del empleo y el alcance de los mismos.

Figura 5.1 Métodos de cálculo utilizados para la cuantificación de empleos.



Fuente: Elaboración propia.

### 5.2.3 ANÁLISIS DE ESTUDIOS DE EMPLEOS GLOBALES PUBLICADOS

El aumento de la potencia instalada ha supuesto un desarrollo de los mercados eólico y solar en la UE, sin precedentes. Algunos autores asocian el desarrollo de las energías renovables con el crecimiento del PIB de un país, por ejemplo, Apergis y Payne (2010) y Ohler y Fetters (2014). De acuerdo con los informes anuales publicados por Euroserv'er (Euroserv'er, 2014), en 2013 la facturación en el sector eólico fue de 39.750 M€ y la del sector fotovoltaico de 22.032 M€<sup>3</sup>.

El desarrollo del mercado relacionado con las tecnologías renovables se ha traducido en un aumento en el número de empleos. Numerosos estudios han tratado de cuantificar los empleos asociados a las energías renovables. A nivel mundial, el Programa de Naciones Unidas para el Medioambiente - PNUMA (2008) estimó 2.300.000 "empleos verdes" en 2006 (300.000 empleos asociados a la energía eólica y 170.000 empleos a energía fotovoltaica). De acuerdo con IRENA (2013), en 2012 las energías renovables emplearon directa e indirectamente a 5.730.000 personas (eólica: 753.000 empleos; solar fotovoltaica: 1.360.000 empleos). Según REN21 (2014) en 2013 el número de empleos asociados a las renovables fue de 6.500.000 personas (eólica: 834.000 empleos; solar fotovoltaica: 2.273.000 empleos).

<sup>3</sup> Este sector ha sufrido un retroceso importante puesto que en 2011 su facturación fue de 45.281M€.

En Europa se han llevado a cabo numerosos estudios para el cálculo del empleo asociado a las energías renovables en los últimos años, utilizando diferentes metodologías y obteniendo resultados muy variados. Caben destacar los análisis realizados por las diferentes asociaciones de tecnologías renovables europeas, como los estudios llevados a cabo por la Asociación Europea de Energía Eólica (EWEA, 2012) o la Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica (EPIA, 2012) y los informes publicados anualmente por Eurobserv'er para todas las tecnologías en cada Estado miembro (Eurobserv'er, 2009-2014). Estos informes son los más exhaustivos publicados sobre empleo. Sus fuentes de información principales son las Agencias Nacionales de Energía y los Institutos de Estadística, si bien, estos organismos no utilizan los mismos métodos de cálculo para calcular el número de empleos, como se advierte en el informe de 2013. Además, para aquellos Estados miembros sin datos disponibles, estos se estiman directamente por Eurobserv'er (no se indica en base a qué metodología), por lo que la fiabilidad de los mismos podría verse afectada.

Algunos organismos han ido más allá, ofreciendo una estimación futura del número de empleos. REmap 2030 de IRENA (2014) considera que el empleo total asociado a las energías renovables podría alcanzar 16.700.000 empleos en 2030. Rutowitz y Atherton (2009) en un estudio realizado para Greenpeace concluyen que en el escenario "*Energy(R)evolution*", emisiones GHG en 2050 un 50% menores que las registradas en 1990, habría 500.000 empleos más en Europa en 2050 que en un hipotético escenario "*business as usual*". El estudio del proyecto EmpleoRES II, llevado a cabo por Duscha *et al.* (2014) estima que en Europa se podrían alcanzar 1.600.000 empleos en 2030 suponiendo una contribución de las renovables del 30% en energía final, mientras que en un escenario "*business as usual*", el empleo en 2030 podría reducirse respecto a 2011. El análisis de empleo de la Comisión Europea vinculado al *Energy Roadmap 2050* y realizado por Cambridge Econometrics (2013) utiliza dos modelos E3ME y GEM-E3 para estimar los empleos en un escenario base o de referencia, que considera que se mantienen las políticas actuales, y en otros escenarios con mayores niveles de descarbonización. Ambos modelos predicen un aumento en el empleo en todos los escenarios de descarbonización. El incremento de empleo respecto al escenario base va desde el 0 al 1,5% dependiendo del escenario y del modelo empleado.

## 5.3 METODOLOGÍA

A continuación se presenta la metodología empleada en este estudio y que permite el cálculo de empleos anuales en cada Estado miembro. Los pasos seguidos en su aplicación son:

- Revisión bibliográfica, identificando los principales factores de empleo (FE) utilizados por otros autores.
- Selección de los denominados factores de empleo base por actividad, incluyendo operación y mantenimiento (OyM), instalación y fabricación. Para los factores de empleo de fabricación, se han considerado diferentes componentes en función de la tecnología:

Tabla 5.1. Componentes considerados para las tecnologías analizadas.

<i>Energía Eólica Terrestre</i>	<i>Energía Eólica Marina</i>	<i>Energía Solar Fotovoltaica</i>
Turbinas eólicas	Turbinas eólicas Cimientos Cableado	Paneles solares Inversores

- Estimación de los factores de empleo dinámicos por actividad y por componentes (en base a la tecnología considerada). La principal característica de los factores dinámicos es que éstos varían de forma anual en base a las curvas de aprendizaje.
- Identificación de la potencia a la que se aplican los factores de empleo dinámicos:
  - Potencia acumulada en el caso de las actividades de OyM. Este se dato se publica anualmente.
  - Potencia instalada para las actividades de instalación (dato publicado anualmente).
  - Potencia manufacturada para las actividades de fabricación. No existen datos sobre la potencia de cada componente que se fabrica en un Estado miembro, por lo que una parte fundamental de la metodología es la estimación de la misma.
- Estimación de la potencia manufacturada a la cual deben aplicarse los factores de empleos de fabricación. Esta estimación se realiza en base a los datos de comercio exterior (importaciones/exportaciones) publicados por Eurostat (Eurostat, 2015a,b).
- Cálculo de los empleos usando factores de empleo y las mencionadas potencias para el período 2008-2014, obteniéndose resultados para el período 2008-2013.
- Comparación de los resultados obtenidos con esta metodología con los datos de empleo publicados en otros informes utilizando metodologías diferentes.

La Figura 5.2 muestra una síntesis de la metodología utilizada en este estudio para estimar los empleos asociados a la tecnología eólica (terrestre y marina) y a la tecnología solar fotovoltaica para un determinado Estado miembro, considerando la capacidad fabricada, instalada y acumulada en un año concreto:

Figura 5.2. Representación gráfica de la metodología seguida para el cálculo de empleos.



Fuente: Elaboración propia.

### 5.3.1 FACTORES DE EMPLEO (FE)

En la evaluación de los empleos asociados a las tecnologías eólica y solar fotovoltaica debe hacerse una distinción en base a la actividad a desarrollar. Tal y como sintetizan Llera *et al.* (2010), la clasificación seguida por la mayoría de autores es la siguiente:

1. *Operación y mantenimiento (OyM)*: empleo local, estable y con especialización media. Se considera que las labores de operación y mantenimiento tienen una duración igual a la vida útil de las instalaciones.
2. *Instalación*: mayormente empleo local, temporal y altamente especializado. En base a los análisis de NREL (2012) se considera que las tareas de instalación duran seis meses en el caso de la energía solar fotovoltaica y un año para la energía eólica (terrestre y marina).
3. *Desarrollo tecnológico/fabricación*: empleo local o foráneo, estable y altamente especializado. Se considera que su duración es similar a las tareas de instalación. En base a NREL (2012), se considera que las tareas de fabricación duran seis meses para la energía solar fotovoltaica y un año para la energía eólica.

Algunos autores agrupan las actividades de instalación y fabricación como una única actividad (ej.: Wei *et al.*; 2010, Cameron y van der Zwaan; 2015). Cada una de las actividades mencionadas lleva asociado un factor de empleo. Los factores de empleo se expresan como empleos/MW para actividades continuas (OyM) y empleos-año/MW para actividades discontinuas (instalación y fabricación). El análisis de los factores de empleo ha sido un tema recurrente en publicaciones recientes. Por ejemplo, Van der Zwaan *et al.* (2013), Wei *et al.* (2010) y Cameron y van der Zwaan (2015) han llevado a cabo revisiones bibliográficas obteniendo rangos de valores para los factores de empleo vinculados a estas actividades.

La Tabla 5.2 muestra los factores de empleo obtenidos para el cálculo del empleo directo por Cameron y van der Zwaan (2015) para las tecnologías eólica y solar fotovoltaica:

Tabla 5.2. Factores de empleo directo para las tecnologías eólica y solar fotovoltaica.

	<b>Fabricación (empleos-año/MW)</b>	<b>Instalación (empleos-año/MW)</b>	<b>OyM (empleos/MW)</b>
<b>Eólica</b>			
Mínimo	2,7	0,5	0,1
Mediana	<b>4,0</b>	<b>2,0</b>	<b>0,3</b>
Máximo	12,5	6,7	0,7
<b>Desviación estándar</b>	3,3	2,4	0,2
<b>Tamaño de la muestra</b>	8	10	16
<b>FV</b>			
Mínimo	6,0	6,4	0,1
Mediana	<b>18,8</b>	<b>11,2</b>	<b>0,3</b>
Máximo	34,5	33,0	1,65
<b>Desviación estándar</b>	9,3	9,7	0,4
<b>Tamaño de la muestra</b>	9	9	12

Fuente: Cameron y van der Zwaan (2015)

Para llevar a cabo el presente estudio se han calculado los factores de empleo base de acuerdo con los considerados por las asociaciones europeas de los sectores analizados: energía eólica (EWEA, 2008) y energía solar fotovoltaica (EPIA, 2012). Se ha tomado como año base 2008. De acuerdo con Van der Zwaan *et al.* (2013), se ha supuesto que los factores de empleo indirecto suponen el 75% de los directos, para aquellas tecnologías en las que no existan otras referencias bibliográficas al respecto. Además, se ha comprobado que estos factores de empleo se encuentran dentro de los rangos extraídos de las exhaustivas revisiones bibliográficas anteriormente mencionadas - Van der Zwaan *et al.* (2013), Wei *et al.* (2010) y Cameron y van der Zwaan (2015). En el caso de la energía eólica los valores están próximos a la mediana de Cameron y van der Zwaan (2015), mientras que en el caso de la energía solar fotovoltaica este estudio ha sido más conservador y los valores utilizados están dentro del rango facilitado por Cameron y van der Zwaan (2015) pero se aproximan más a los valores mínimos en las tres actividades.

Los factores de empleo utilizados, correspondientes al año 2008, se muestran en la Tabla 5.3:

Tabla 5.3. Factores de empleo utilizados en el presente estudio.

<b>Factores de empleo operación y mantenimiento – OyM – FE<sub>OyM</sub> (empleos/MW)</b>						
	<b>Eólica terrestre</b>	<b>Eólica marina<sup>(4)</sup></b>			<b>Solar fotovoltaica<sup>(1)</sup></b>	
Directos	0,40	0,90			0,20	
Indirectos	0,30	0,68			0,15	
<b>Factores de empleo instalación – FE<sub>INST</sub> (empleos-año/MW)</b>						
	<b>Eólica terrestre<sup>(3)</sup></b>	<b>Eólica marina<sup>(4)</sup></b>			<b>Solar fotovoltaica<sup>(1) (2)</sup></b>	
Directos	2,50	4,28			6,60	
Indirectos	1,88	3,21			2,75	
<b>Factores de empleo fabricación – FE<sub>FAB</sub> (empleos-año/MW)</b>						
	<b>Eólica terrestre</b>	<b>Eólica marina<sup>(4)</sup></b>			<b>Solar fotovoltaica<sup>(1) (2)</sup></b>	
	<i>Total</i>	<i>Turbinas</i>	<i>Cimientos</i>	<i>Cables</i>	<i>Módulos</i>	<i>Inversores</i>
Directos	7,50	13,14	6,21	3,11	5,50	1,65
Indirectos	5,00	9,85	4,66	2,34	17,60	3,85

<sup>(1)</sup> En el caso de la energía solar fotovoltaica se consideran empleos por potencia pico. Se considera que 1Wp = 1 Wn.

<sup>(2)</sup> Se han considerado los valores medios del rango publicado.

<sup>(3)</sup> Se agrupa en esta categoría la instalación y los denominados “Otros empleos directos” que comprenden servicios en general, consultoría, I+D, universidades, servicios financieros y otros.

<sup>(4)</sup> Se ha supuesto que los factores de empleo aumentan en la energía eólica marina respecto a la terrestre en la misma proporción que lo hacen los costes, de acuerdo con Rutowitz y Atherton (2009). Los costes para ambas tecnologías se han extraído de Lacal-Aránegui (2014).

Fuentes: EPIA (2012), EWEA (2008), Rutowitz y Atherton (2009) y Lacal-Aránegui (2014) y elaboración propia.

### 5.3.2 CURVAS DE APRENDIZAJE

Las curvas de aprendizaje han sido analizadas desde el punto de vista académico e industrial desde hace más de siete décadas. Se han utilizado para estimar tiempos, evaluar la reducción de costes de producción, optimizar las tareas de los trabajadores y mitigar las pérdidas de las interrupciones. Estas curvas ofrecen una representación matemática del proceso de especialización que se da cuando una tarea se repite de forma continuada. Wright (1936) observó que la repetición de un proceso en la industria aeronáutica conllevaba una reducción de los costes. La repetición en los procesos implica una reducción en los tiempos necesarios por el trabajador para la ejecución de las tareas, y por ello una reducción de los factores de empleo.

El aprendizaje tecnológico ocasiona una reducción de costes y por consiguiente, de puestos de trabajo. El concepto de aprendizaje por la práctica o *learning-by-doing* fue enunciado por primera vez por Arrow (1962) y se refiere a la reducción unitaria de los costes cuando se dobla la producción. Las curvas de aprendizaje se han utilizado en diversos trabajos sobre energías renovables, por ejemplo Papineau (2006), Söderholm y Sundqvist (2007), Llera *et al.* (2013) y Hong *et al.* (2015). La versión más simple y comúnmente utilizada relaciona los costes con la potencia instalada. Asumiendo que los factores de empleo tienen el mismo comportamiento

ante los efectos del aprendizaje que los costes, en el presente estudio se aplicará la Ecuación 5.1 para calcular la variación de los factores de empleo debido al aprendizaje:

$$FE_y (C) = FE_0 \cdot P_y^{\delta_L} \quad \text{Ecuación 5.1}$$

Donde

$FE_y$  es el factor de empleo asociado a una actividad en el año  $y$  (empleos/MW o empleos-año/MW).

$FE_0$  es el factor de empleo del año considerado como base, calculado a partir de la información existente en la literatura (empleos/MW o empleos-año/MW)(Tabla 5.3).

$P_y$  es la potencia total a considerar en Europa en el año  $y$  para una actividad concreta - fabricación, instalación u OyM (MW).

$\delta_L$  es la pendiente de la curva de aprendizaje definida a través de la tasa de aprendizaje (*Learning Rate* - LR). La tasa de aprendizaje (LR) se define en la Ecuación 5.2:

$$LR = 1 - 2 \delta_L \quad \text{Ecuación 5.2}$$

Una tasa de aprendizaje del 20% implica que el factor de empleo se reducirá en un 20% cuando la capacidad total asociada a esa actividad se duplique.

Los factores de empleo a aplicar a cada tecnología de acuerdo con el apartado anterior corresponden al año 2008, por lo que estos deberán corregirse en base a la tasa de aprendizaje de cada tecnología para los años posteriores.

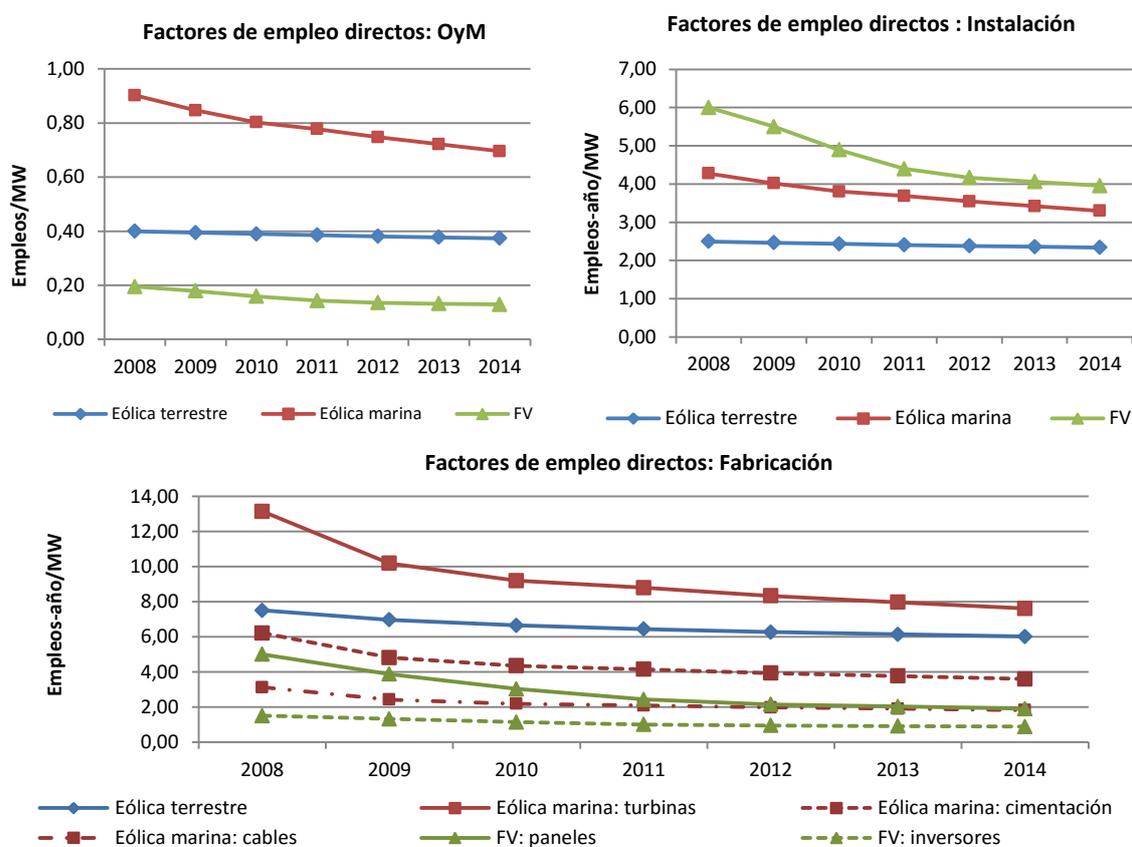
Se ha considerado que las tasas de aprendizaje permanecen constantes en el período estudiado de acuerdo con la AIE para las tecnologías analizadas. Los ratios de aprendizaje para la energía eólica terrestre y marina son del 7% y del 9% respectivamente (AIE, 2013). Para la energía solar fotovoltaica se consideran también datos de la AIE (AIE, 2011). En este caso, el ratio de aprendizaje es diferente para los módulos (20%) y para el resto de componentes (12,5%).

La Figura 5.3 y la Figura 5.4 muestran la evolución dinámica de los factores de empleo debido a la aplicación de curvas de aprendizaje.

La Figura 5.3 muestra los factores de empleo directos asociados a las tres actividades analizadas (OyM, instalación y fabricación). En el caso de la actividad de fabricación se contempla para cada tecnología los componentes analizados en cada caso.

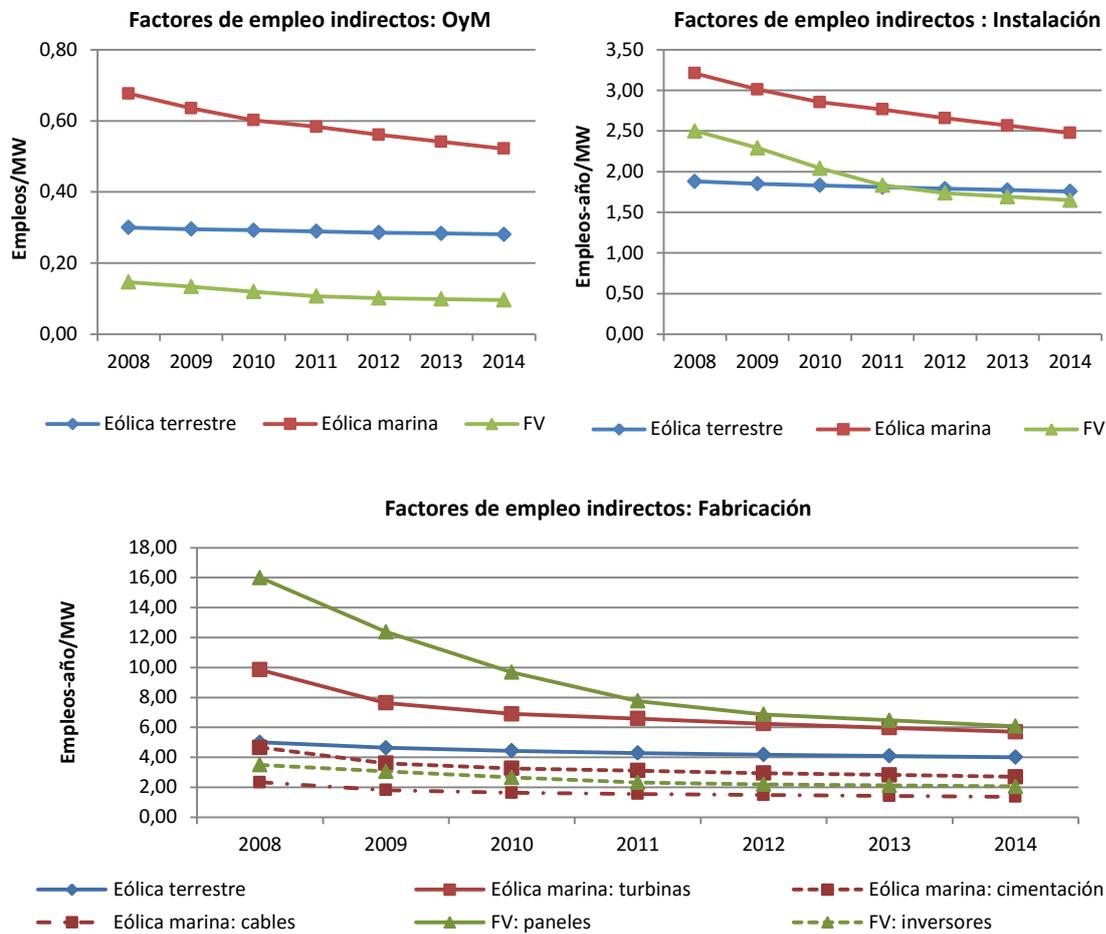
La Figura 5.4 ilustra la evolución de los factores de empleo indirectos.

Figura 5.3. Evolución dinámica de los factores de empleo utilizados para calcular los empleos directos para las tecnologías y actividades consideradas (2008-2014).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4. Evolución dinámica de los factores de empleo utilizados para calcular los empleos indirectos para las tecnologías y actividades consideradas (2008-2014).



Fuente: Elaboración propia.

### 5.3.3 POTENCIA A LA QUE APLICAR LOS FACTORES DE EMPLEO

Teóricamente los factores de empleo globales para una tecnología determinada se podrían calcular dividiendo los empleos totales entre la potencia acumulada. Este es el enfoque utilizado por Dalton y Lewis (2011) con respecto a los datos de empleo de energía eólica del estudio elaborado por Blanco y Rodrigues (2009), poniendo de manifiesto las diferencias entre los factores de empleo por país. Se puede observar como el ratio empleo/potencia acumulada varía de un país a otro con un valor máximo de 5,44 empleos/MW<sub>acumulado</sub> en 2008 (correspondiente a Dinamarca, que es un país exportador de tecnología). Ambos trabajos, Dalton y Lewis (2011) y Blanco y Rodrigues (2009), coinciden en que no puede aplicarse un factor de empleo único para toda Europa, la razón es que hay que considerar la situación industrial de cada país, es decir las

importaciones y exportaciones en cada tecnología. Luego, los factores de empleo definidos en la Tabla 5.3 y modificados de acuerdo con las curvas de aprendizaje (Figura 5.3 y Figura 5.4) deben aplicarse a la potencia real de cada actividad.

El empleo asociado a una determinada tecnología (para el Estado miembro  $j$ ) se calcula aplicando la Ecuación 5.3:

$$T_{TOTj} = FE_{OyM} \cdot PAC_j + FE_{INST} \cdot PI_j + FE_{FAB} \cdot PM_j \quad \text{Ecuación 5.3}$$

Donde

$T_{TOTj}$  son los empleos totales en el Estado miembro  $j$ .

$FE_{OyM}$  es el factor dinámico de empleo para actividades de OyM (empleos/MW).

$PAC_j$  es la potencia acumulada en el Estado miembro  $j$  (MW).

$FE_{INST}$  es el factor dinámico de empleo para actividades de instalación (empleos-año/MW).

$PI_j$  es la potencia instalada en el Estado miembro  $j$  (MW).

$FE_{FAB}$  es el factor dinámico de empleo para actividades de fabricación (empleos-año/MW).

$PM_j$  es la potencia fabricada en el Estado miembro  $j$  (MW).

Las actividades de OyM se ejecutan sobre la potencia total acumulada en un país  $j$  ( $PAC_j$ ). Se trata de empleos continuos que comienzan el primer año de funcionamiento de la planta y no concluyen hasta que no finaliza la vida útil de la misma. El factor de empleo dinámico ( $FE_{OyM}$ ) se aplica, por tanto, a la potencia acumulada existente cada año. Se han utilizado como fuentes de datos para la potencia acumulada eólica y solar fotovoltaica los informes anuales publicados por la Asociación Europea Eólica (EWEA, 2009-2015) y Euroserv'er (Euroserv'er, 2009-2014), respectivamente.

Como se ha mencionado previamente, las actividades relativas a la instalación y fabricación se estima que tienen una duración de un año para la tecnología eólica (terrestre y marina) y medio año para la tecnología solar fotovoltaica (NREL, 2012), por lo que los empleos asociados a estas actividades tendrán también esa duración.

Para el cálculo de empleo de las actividades de instalación, los factores de empleo dinámicos asociados a esta actividad ( $FE_{INST}$ ) se aplican a la potencia anual instalada en cada país ( $PI_j$ ). Las

fuentes de datos para la potencia anual instalada son las mismas que las utilizadas para calcular la potencia acumulada (EWEA, 2009-2015; Euroserv'er, 2009-2014).

Del mismo modo, para el cálculo de los empleos asociados a la actividad de fabricación de equipos, se debe multiplicar la potencia fabricada en cada Estado miembro ( $PM_j$ ) por el factor de empleo correspondiente ( $FE_{FAB}$ ), distinguiendo en este caso, como se ha explicado al inicio de este apartado, por componentes.

Como no existen datos nacionales de la potencia fabricada por Estado miembro ( $PM_j$ ), la determinación de esta potencia será crucial para la estimación de los empleos vinculados a las tecnologías renovables.

La potencia total fabricada en un año determinado en un Estado miembro  $j$  de la UE responde a la Ecuación 5.4:

$$PM_j = PE_{jUE} + PE_{jExtraUE} + PC_j \quad \text{Ecuación 5.4}$$

Se puede definir la potencia que un Estado miembro  $j$  manufactura ( $PM_j$ ) como la suma de potencia fabricada en dicho Estado y que es exportada a otros Estados miembros de la UE ( $PE_{jUE}$ ) más la potencia fabricada exportada a países fuera de la UE ( $PE_{jExtraUE}$ ) más la potencia fabricada e instalada en el propio país ( $PC_j$ ).

En el Anexo I se muestran las potencias anuales acumuladas e instaladas, a las que se deben aplicar los  $FE_{OYM}$  y  $FE_{INST}$  (Tabla I.1 - Tabla I.3), respectivamente. En el Anexo V se muestran las potencias fabricadas para las tecnologías analizadas, a las que aplica el  $FE_{FAB}$  (Tabla V.1 - Tabla V.4).

#### Cálculo de $PE_{jUE}$ y $PE_{jExtraUE}$

No existen datos sobre la potencia eólica y/o fotovoltaica que un Estado miembro exporta a otros Estados de la UE o fuera de la misma. Para calcular dicha potencia, en el presente estudio se ha utilizado la base de datos COMEXT (Eurostat, 2015a). Se trata de una herramienta muy usada a nivel nacional e internacional por organismos públicos y privados. Proporciona datos de las transacciones comerciales entre Estados miembros y de estos con otros países fuera de la UE.

La nomenclatura utilizada en este estudio ha sido la Nomenclatura Combinada (CN8). De acuerdo con Wind (2009), se han considerado los siguientes códigos (Tabla 5.4):

Tabla 5.4. Códigos numéricos utilizados para ambas tecnologías. Base de datos COMEXT.

<i>Eólica Terrestre</i>	<b>85023100</b> –Sistemas de generación eólicos
<i>Solar Fotovoltaica</i>	<b>85414090</b> –Semiconductores fotosensible, incluidas células fotovoltaicas.
	<b>85044084</b> – Inversores con potencia <= 7,5 KVA (excl. aquellos usados para telecomunicaciones, automatismos o similar)
	<b>85044088</b> – Inversores con potencia > 7,5 KVA (excl. aquellos usados para telecomunicaciones, automatismos o similar)

Fuente: Eurostat (2015a).

Puesto que no existen datos reales de la potencia exportada/importada en los Estados miembros, en la elaboración de este estudio se ha utilizado el valor estadístico de las transacciones anuales (en millones de euros) para ambos flujos comerciales en el período 2008-2014.

Los datos de comercio se registran mensualmente, anotándose tanto las entradas como las salidas. Se pueden distinguir dos tipos de sistemas de registro de datos:

- *Comercio entre Estados miembros: Sistema Intrastat*<sup>4</sup>. Los datos se recogen por las autoridades nacionales competentes de acuerdo con una metodología armonizada establecida por Eurostat. Los operadores comerciales medianos y pequeños no tienen obligación de presentar declaraciones al sistema Intrastat.
- *Comercio de Estados miembros con otros países*<sup>5</sup>. En estos datos no se registran mercancías en tránsito, mercancías en almacenes aduaneros o aquellas en espera de admisión. La información estadística procede de las declaraciones de aduanas, siguiéndose los procedimientos propios de cada Estado miembro. En principio se cubren todas las importaciones/exportaciones entre Estados miembros, aunque hasta 2010 se podían no declarar transacciones por debajo de los 1.000 € o 1.000 kg.

El valor estadístico no incluye las tasas y/o impuestos aunque sí incluye los gastos de transporte y seguros, en las transacciones que así lo requieran. El valor CIF (*Cost Insurance and Freight*) es el valor que el vendedor aporta, cubriendo los costes que produce el transporte de la mercancía y el seguro contratado. En el valor FOB (*Free on Board*) los costes de transporte y

<sup>4</sup> Regulado por el Reglamento (CE) nº638/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre las estadísticas comunitarias de intercambios de bienes entre Estados miembros.

<sup>5</sup> Regulado por el Reglamento (CE) nº471/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de mayo de 2009, sobre estadísticas comunitarias relativas al comercio exterior con terceros países y por el que se deroga el Reglamento (CE) n 1172/95 del Consejo.

seguros son cubiertos por el comprador. Según convención mundialmente aceptada, se utilizan valores FOB para las exportaciones y valores CIF para las importaciones.

Las estadísticas de comercio exterior están apoyadas por eficientes herramientas de validación y compilación. Sin embargo, aún pueden mejorarse sustancialmente. Según Eurostat (2014), los puntos débiles de las estadísticas COMEXT son la exactitud y la limitación en la comparación de datos.

- *Falta de exactitud.* Se refiere sobre todo a las estadísticas internas, las cuales se ven afectadas por la falta o retraso de respuestas de los operadores comerciales. La confidencialidad tiene un importante efecto en los datos. En las estadísticas internacionales se aplica el principio de “confidencialidad pasiva”, por el que los datos pueden ser suprimidos a petición del operador si considera que sus intereses pueden verse afectados por la publicación de los mismos.
- *Limitación en la posibilidad de comparación.* Afecta sobre todo a las estadísticas internas. La posibilidad de comparar datos entre países puede mejorarse armonizando los procedimientos de registro en los Estados miembros. Las estadísticas de comercio ofrecen la posibilidad de cotejar los datos de un país con los datos del país “espejo”, si bien en muchos casos ambos valores no coinciden, dando lugar a las denominadas asimetrías.

Eurostat (2014) reconoce la existencia de asimetrías que imposibilitan la comparación de datos y disminuyen la exactitud de los mismos. Aunque en teoría, las estadísticas internas deberían ser totalmente comparables, pues los datos están menos afectados por las asimetrías que en las estadísticas exteriores, en la práctica esto no ocurre. Las exportaciones declaradas por el Estado miembro A hacia el Estado miembro B, deberían ser casi iguales a las importaciones declaradas por B desde A. Puesto que los registros de entradas y salidas no coinciden (CIF>FOB), las importaciones deberían ser ligeramente superiores a las exportaciones en el país espejo. Eurostat (2014) pone de manifiesto que en el sistema Intrastat esto no ocurre en algunas ocasiones. En el caso de los productos analizados en este trabajo, relacionados con las tecnologías eólica y solar fotovoltaica, se ha verificado que tales discrepancias existen. Las principales razones de estas asimetrías son la falta de respuesta de operadores, los ajustes realizados por los organismos nacionales competentes, la confidencialidad estadística, el comercio triangular, demora en los tiempos de registro, clasificación errónea de productos y otras diferencias metodológicas. De acuerdo con el informe de calidad estadística elaborado por Eurostat (2014), el impacto de estas asimetrías difiere mucho entre Estados miembros y

productos, si bien a nivel general, el impacto se encuentra en un rango que va desde -2,4% para las importaciones hasta 2,4% para las exportaciones.

Con objeto de minimizar el error que suponen las asimetrías existentes en los datos, se ha considerado como valor estadístico asociado a la importación de un determinado producto ( $VI_j$ ) en millones de euros el máximo valor entre el registrado por un Estado miembro  $j$  como importación procedente de un Estado miembro  $i$  ( $VI_{ji}$ ) y el registrado como exportación en el país “espejo”  $i$  al país  $j$  ( $VE_{ij}$ ) (Ecuación 5.5). De esta forma, se reducen sustancialmente las inconvenientes de la falta y/o retraso en el registro de transacciones y el secreto estadístico.

$$VI_j = \max [VI_{ji}, VE_{ij}] \quad \text{Ecuación 5.5}$$

Para calcular la potencia exportada a los Estados miembros de la UE por el Estado miembro  $j$  ( $PE_{jUE}$ ) se considera la potencia que exporta el Estado como el sumatorio de las potencias que el resto de países importan desde el Estado  $j$ . Puesto que el único dato conocido es el valor de las importaciones entre países, calculado con la Ecuación 5.5, para cada país de la Unión Europea  $n$  se distribuirá su potencia anual instalada ( $PI_n$ ) entre los países a los que importa componentes en la proporción que marcan los valores de importaciones ( $\%I_{nj}$ ). La potencia exportada por el Estado  $j$ , responderá por tanto a la Ecuación 5.6:

$$PE_{jUE} = \sum PI_n \cdot \%I_{nj} \quad \text{Ecuación 5.6}$$

La Figura 5.5 representa gráficamente el método utilizado para calcular la potencia total exportada por un Estado miembro  $j$  a otros Estados de la UE:

Figura 5.5. Representación gráfica de la Ecuación 5.6.

	<b>N<sub>1</sub></b>	<b>N<sub>2</sub></b>	<b>N<sub>3</sub></b>	<b>N<sub>4</sub></b>	...	<b>N<sub>j</sub></b>
<b>PI<sub>1</sub></b>	-	$PI_1 \cdot \%I_{12}$	$PI_1 \cdot \%I_{13}$	$PI_1 \cdot \%I_{14}$		$PI_1 \cdot \%I_{1j}$
<b>PI<sub>2</sub></b>	$PI_2 \cdot \%I_{21}$	-	$PI_2 \cdot \%I_{23}$	$PI_2 \cdot \%I_{24}$		$PI_2 \cdot \%I_{2j}$
<b>PI<sub>3</sub></b>	$PI_3 \cdot \%I_{31}$	$PI_3 \cdot \%I_{32}$	-	$PI_3 \cdot \%I_{34}$		$PI_3 \cdot \%I_{3j}$
<b>PI<sub>4</sub></b>	$PI_4 \cdot \%I_{41}$	$PI_4 \cdot \%I_{42}$	$PI_4 \cdot \%I_{43}$	-		$PI_4 \cdot \%I_{4j}$
...						
<b>PI<sub>n</sub></b>	$PI_n \cdot \%I_{n1}$	$PI_j \cdot \%I_{n2}$	$PI_n \cdot \%I_{n3}$	$PI_n \cdot \%I_{n4}$		$PI_n \cdot \%I_{nj}$

Total Exportaciones  
del EM  $j$  -  $PE_j$

Para el cálculo de la potencia que un Estado miembro  $j$  exporta a países fuera de la UE ( $PE_{j\text{ExtraUE}}$ ) se ha utilizado el porcentaje total que representan las exportaciones del Estado miembro fuera de la UE sobre las exportaciones totales ( $\%E_{j\text{ExtraUE}}$ ), utilizando los datos de COMEXT (Eurostat, 2015a). Se admite en este punto que los porcentajes para valores estadísticos en euros se mantienen constantes en términos de potencia.

El total de potencia exportada por un Estado miembro  $j$  se expresa entonces de acuerdo a la Ecuación 5.7:

$$PE_{j\text{Extra UE}} = PE_{j\text{UE}} \cdot \%E_{j\text{Extra UE}} / (1 - \%E_{j\text{Extra UE}}) \quad \text{Ecuación 5.7}$$

#### Cálculo de la potencia consumida - $PC_i$

Para el cálculo de la potencia consumida (fabricada e instalada) en un Estado miembro  $j$ , se ha utilizado la base de datos PRODCOM (Eurostat, 2015b). Esta base de datos contiene estadísticas sobre la producción de bienes manufacturados. Estas estadísticas están relacionadas con las estadísticas de comercio exterior – COMEXT (Eurostat, 2015a).

Los códigos numéricos utilizados en la base de datos PRODCOM (Eurostat, 2015b) se muestran en la Tabla 5.5.

Tabla 5.5. Códigos numéricos utilizados para ambas tecnologías. Base de datos PRODCOM.

<i>Eólica Terrestre</i>	<b>28.11.24.00</b> – Grupos electrogénos de energía eólica
<i>Solar Fotovoltaica</i>	<b>26.11.22.40</b> – Dispositivos semiconductores fotosensibles; células solares, fotodiodos, fototransistores, etcétera
	<b>27.11.50.53</b> – Inversores de potencia inferior o igual a 7,5 kVA
	<b>27.11.50.55</b> – Inversores de potencia superior a 7,5 kVA

Fuente: Eurostat (2015b).

Los datos se obtienen de los respectivos Institutos Nacionales de Estadística a través de cuestionarios a las empresas. PRODCOM difiere de COMEXT en que esta última está basada en situaciones reales (registro en las fronteras de mercancía), pudiendo registrarse más de una vez si un mismo producto cruza varias fronteras, mientras que la fabricación de un producto sólo se registra una vez. PRODCOM contiene datos de 3.900 productos cuyos códigos coinciden con los

códigos NACE rev 1.1 hasta 2008 y a partir de ese año con NACE rev 2<sup>6</sup>. Desde Eurostat se advierte de posibles inexactitudes en los datos debidas básicamente a la existencia de datos confidenciales y a que los cuestionarios PRODCOM no se dirigen a empresas de menos de 20 empleados, por lo que no se garantiza que los datos publicados cubran el 100% de la fabricación de un país. También puede haber inexactitudes en la recogida de los datos, puesto que son los Estados miembros los que deciden el tamaño de la muestra. Los errores asociados a la toma de datos se clasifican en: (i) errores de cobertura pues la muestra no representa al total de la población; (ii) errores de medida; (iii) errores de procesado y (iv) errores por la falta de respuesta. A pesar de las posibles inexactitudes señaladas, la base de datos PROCOM es la base de datos más completa disponible a nivel europeo con datos de producción industrial de los Estados miembros (Eurostat, 2008). Esta es la razón por la que se ha usado en esta investigación.

Para el cálculo de la potencia fabricada e instalada en el propio país ( $PC_j$ ) se ha calculado el consumo aparente, puesto que a pesar de las posibles inexactitudes de este valor, reconocidas por Eurostat (2008), es la mejor aproximación disponible, tal y como reconoce la misma publicación. El consumo aparente de un Estado miembro  $j$  ( $C_{apj}$ ) se define con la Ecuación 5.8

$$C_{apj} = VP_j + VI_j - VE_j \quad \text{Ecuación 5.8}$$

Donde

$VP_j$ : Volumen de producción del país  $j$  (euros)

$VI_j$ : Volumen de importaciones del país  $j$  (euros)

$VE_j$ : Volumen de exportaciones del país  $j$  (euros)

Existen Estados miembros en los que los datos de producción son confidenciales (Francia y Portugal para eólica terrestre y Austria, Bélgica, Países Bajos, Polonia, Suecia y Eslovenia para solar fotovoltaica). En estos países, los empleos estimados podrían ser inexactos.

---

<sup>6</sup> NACE - Nomenclatura estadística de actividades económicas de la Comunidad Europea. Sirve para la organización y el registro de datos en el marco de Eurostat la base de datos estadísticos comunitaria, así como para las estadísticas oficiales de cada Estado miembro. Esta clasificación se basa en unidades estadísticas que corresponden a una actividad económica específica (o a un grupo de actividades similares), que conforman un grupo económico, es decir una industria o sector económico.

La Ecuación 5.9 determina la potencia consumida (producida e instalada) en el Estado miembro  $j$  ( $PC_j$ ):

$$PC_j = PI_j \cdot (VP_j - VE_j) / C_{apj} \quad \text{Ecuación 5.9}$$

Donde:

$PC_j$  es la potencia fabricada e instalada en el propio Estado miembro  $j$  (MW).

$PI_j$  es la potencia instalada en el Estado miembro  $j$  (MW).

$VP_j$  es el volumen de producción del país  $j$  (euros).

$VE_j$  es el volumen de exportaciones del país  $j$  (euros).

$C_{apj}$  es el consumo aparente de un Estado miembro  $j$  (euros).

Los empleos asociados a las actividades de instalación y fabricación están directa o indirectamente relacionados con la potencia anual instalada en un país. Puesto que se ha considerado que ambas actividades tienen una duración de un año para las instalaciones eólicas terrestres, se ha estimado que la potencia instalada y/o fabricada en un año  $n$  generará empleo en el año  $n$  (50%) y en el año  $n-1$  (50%). Para la tecnología solar fotovoltaica, la duración de ambas actividades será de seis meses, por ello los empleos asociados a las actividades de instalación y fabricación en el año  $n$  estarán relacionados con la potencia instalada en dicho año.

Esta metodología se aplica para calcular la potencia fabricada ( $PM_j$ ) en las tecnologías eólica terrestre y solar fotovoltaica. En el caso de la energía eólica marina, la potencia instalada ( $PI_j$ ) y acumulada ( $PAC_j$ ) para cada Estado miembro se ha obtenido del informe anual publicado por el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea - *Joint Research Centre* (Lacal-Aránategui, 2014; Lacal-Aránategui y Serrano-González, 2015) Para estimar el origen de la potencia instalada en cada Estado miembro y así identificar los países que exportan tecnología en este sector se han utilizado las cuotas de mercado de cada fabricante publicadas anualmente por EWEA (2014). Puesto que la nacionalidad de cada fabricante es conocida y sólo un pequeño número de fabricantes participa en este mercado (turbinas marinas, cimentaciones y cableado), se ha asumido que dicha distribución se mantiene constante de acuerdo a los datos anuales de cada Estado miembro.

### 5.3.4 VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Como se ha explicado en el apartado 5.2 de este capítulo, numerosos estudios han analizado el empleo asociado a las tecnologías renovables. A nivel europeo no existen datos oficiales totalmente fiables sobre los empleos relacionados con las energías renovables. Eurostat no publica datos de empleo sobre estas tecnologías. En la validación de la metodología se han comparado los resultados obtenidos mediante su aplicación con los resultados publicados anualmente por Euroserv'er (Euroserv'er, 2009-2014) y otros organismos de reconocido prestigio. Euroserv'er es, a día de hoy, la publicación más completa a nivel europeo en el análisis del empleo asociado a las tecnologías renovables. Ofrece datos desagregados por Estado miembro, aunque el nivel de detalle no llega a la actividad (OyM, instalación y fabricación). El barómetro Euroserv'er comenzó su andadura en el año 1998 y su principal objetivo es la medición del progreso de las energías renovables en cada sector y en cada Estado miembro de la UE. Es una iniciativa en la que participan un total de seis socios europeos, coordinados por Observ'er (Francia) y que cuenta con el apoyo y financiación de la Comisión Europea<sup>7</sup>.

A partir de 2008 el barómetro europeo comenzó a ofrecer datos socioeconómicos vinculados a las energías renovables. A pesar de ser la publicación más completa y con mayor grado de desagregación en lo que empleo se refiere, en ella misma se advierte sobre posibles imprecisiones en los datos socioeconómicos publicados. Estas inexactitudes proceden de la diversidad de fuentes que aportan datos sobre empleo en los distintos Estados miembros. De acuerdo con Euroserv'er, generalmente los datos son facilitados por las Agencias Energéticas Nacionales e Institutos Nacionales de Estadística, pero no se identifica la procedencia y/o la metodología utilizada por estos organismos para la estimación de los mismos. Incluso Euroserv'er advierte que en aquellos países en los que los organismos nacionales no aportan datos socioeconómicos, éstos se han estimado utilizando distintas hipótesis, aumentando la incertidumbre sobre los mismos.

---

<sup>7</sup> Los socios participantes en esta publicación son: ECN (Energy Research Centre of the Netherlands), IEO (EC BREC Institute of Renewable Energetic Ltd), Renewables Academy AG, Frankfurt School of Finance & Management y el IJS (Jožef Stefan Institute).

## 5.4 RESULTADOS

A continuación se muestran gráficamente los principales resultados obtenidos para las tecnologías objeto de estudio. Se aportan datos globales de los empleos generados para cada tecnología por tipo de empleo (directo, indirecto y totales), por actividad y por Estado miembro. En el Anexo VI se muestran los datos desagregados por Estado miembro, por tipo de empleo, por actividad y por componente (en aquellas tecnologías que lo precisen).

### 5.4.1 ENERGÍA EÓLICA TERRESTRE

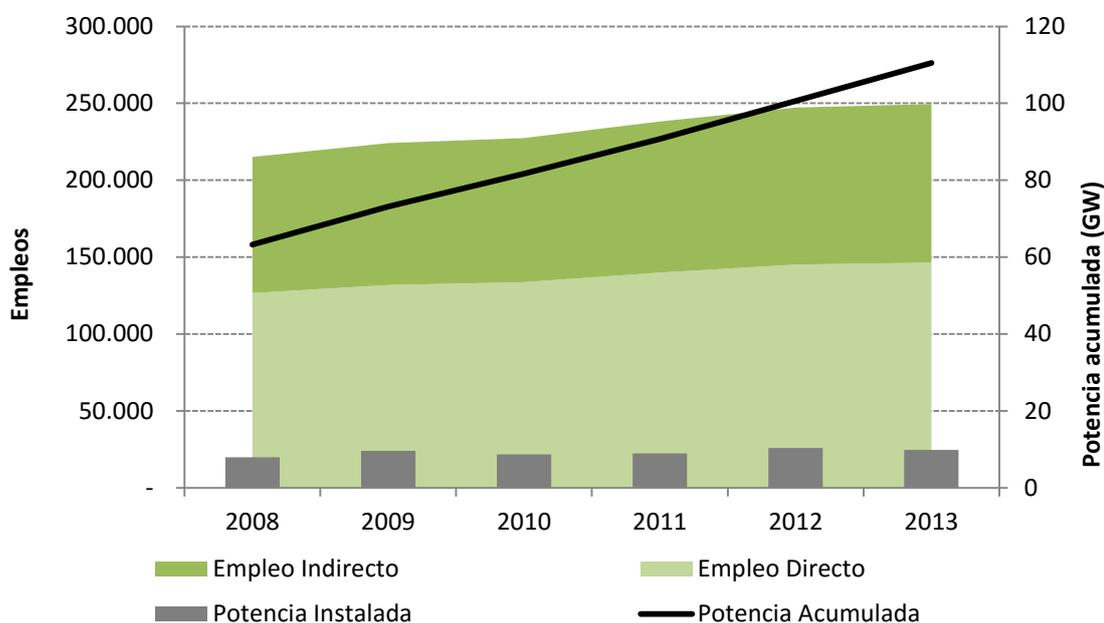
#### 5.4.1.1 Empleos generados por tipo de empleo

En total la energía eólica terrestre empleaba en Europa en 2013 a 249.532 personas, un 16% más que en 2008 (Tabla VI.3).

Del total de empleos vinculados a esta tecnología, un 58,7% fueron directos y un 41,3% fueron indirectos (Tabla VI.1y Tabla VI.2). Debido al método de cálculo utilizado, los empleos directos e indirectos han crecido en la misma proporción que lo han hecho los empleos totales en el período 2008-2013.

La potencia acumulada ha crecido con mayor intensidad en el período analizado, registrando un aumento del 89,6% en 2014 respecto a 2008 (EWEA, 2009-2015). Las potencias instaladas anualmente en Europa se han mantenido constantes en torno a valores de 10.000 MW/año. El pico de instalación en el período se registró en 2012 con 10.363 MW (Tabla I.1).

Figura 5.6. Energía eólica terrestre. Evolución del empleo directo e indirecto y de la potencia acumulada e instalada (2008-2013).



Fuente: Elaboración propia.

#### 5.4.1.2 Empleos generados por actividad

En 2008, los empleos asociados a operación y mantenimiento en el sector eólico terrestre representaron el 21% de los empleos totales. Este porcentaje se ha incrementado a lo largo de los años, llegando a suponer el 29% en 2013. En ese año, 41.690 personas se dedicaban de forma directa a esta actividad y 31.267 lo hacían de forma indirecta (Tabla VI.1 y Tabla VI.2). Los empleos totales asociados a la operación y mantenimiento han aumentado en un 65% en el período 2008-2013, mientras que la potencia acumulada en la UE ha aumentado en un 75%, pasando de 63.270 MW en 2008 a 110.489 MW en 2013 (Tabla I.1).

Los empleos asociados a la instalación no han experimentado cambios significativos a nivel global. Estos empleos están relacionados con la potencia instalada en el propio año y el siguiente, como se ha visto en el apartado 5.3.3 de este capítulo. Dicha potencia se ha mantenido más o menos constante en los últimos años para esta tecnología (Tabla I.1). A pesar de que el factor de empleo ha disminuido levemente debido a la curva de aprendizaje, un ligero crecimiento en la instalación ha contrarrestado este hecho. Los empleos asociados a la instalación supusieron en el período 2008-2013 aproximadamente el 17% de los empleos totales. La instalación en el sector eólico terrestre empleaba en 2013 a 23.212 personas de forma directa

y a 17.451 personas de forma indirecta (Tabla VI.1 y Tabla VI.2). Con respecto a 2008, en 2013 el empleo total asociado a esta actividad se incrementó en un 7% (Tabla VI.3).

La actividad de fabricación de equipos es la que emplea a un mayor número de personas en el sector. Representaba en 2008 el 62% del empleo total y el 54% en 2013 (Tabla VI.3). A nivel global, la potencia fabricada en la UE ha aumentado sensiblemente de acuerdo a las estimaciones presentadas en este análisis. En 2008 se fabricaron 10.585 MW y en 2014 13.545 MW. El pico de producción se alcanzó en 2012 con 13.460MW (Tabla V.1)

La aplicación de los factores de empleo dinámicos (vinculados a la curva de aprendizaje) ha propiciado que la variación del número de empleos en el período 2008-2013 no haya sido proporcional a la variación de la potencia. En 2013, 81.548 personas se dedicaban de forma directa a trabajos de manufactura, mientras que 54.365 personas lo hacían de forma indirecta (Tabla VI.1 y Tabla VI.2). Los empleos totales asociados a esta actividad aumentaron en un 2% con respecto a los registrados en 2008 (Tabla VI.3).

#### *5.4.1.3 Empleos generados en cada Estado miembro*

Puesto que los empleos asociados a la operación y el mantenimiento están relacionados con la potencia acumulada (PAC<sub>i</sub>) de un Estado, en el período 2008-2013 tanto los empleos directos como indirectos asociados a esta actividad han aumentado a nivel global en la UE, así como en todos los Estados Miembros, a excepción de Malta y Eslovenia donde la potencia acumulada es prácticamente nula. Los países con un mayor nivel de empleos relacionados con la operación y el mantenimiento, son aquellos con mayor potencia acumulada. En 2013 estos países fueron Alemania (22.061 empleos) y España (15.160 empleos), seguidos a bastante distancia por Italia (5.651 empleos) y Francia (5.443 empleos). En 2008, estos cuatro países ostentaban también el liderazgo (Tabla VI.3).

Los empleos asociados a la instalación se han comportado de forma diferente en los Estados miembros. En la mayoría de ellos se han incrementado anualmente, si bien en países como España, Italia y Portugal, debido a las legislaciones aprobadas en el período objeto de estudio en dichos países, se ha registrado un importante descenso de la potencia instalada a partir de 2013 y, como consecuencia, los empleos desde 2012 se han visto afectados. En el caso de España se ha pasado de 8.715 empleos asociados a la instalación en 2008 a 418 empleos en 2013. Portugal ha reducido el número de empleos relacionados con la instalación en un 74% en el período señalado. En el país luso únicamente las actividades de instalación empleaban a 790 personas en

2013. Por su parte, Italia ha visto reducirse sus empleos en instalación de equipos en un 76% en el período 2008-2013 (Tabla VI.3).

En la actividad de fabricación de equipos es donde las diferencias son mayores, distinguiéndose entre países exportadores y países importadores de tecnología. Alemania, Dinamarca y España son los países que más empleos registran. No obstante en España estos han ido cayendo paulatinamente, registrándose un máximo en el año 2008 de 32.262 empleos y un mínimo en 2013 de 25.514 empleos. El número de empleos ha crecido significativamente en el período considerado para Dinamarca, pasando de 37.821 empleos en 2008 a 50.261 empleos en 2013. Por su parte, los empleos en Alemania han experimentado un crecimiento moderado, aunque éste ha caído en 2013 (52.432 empleos), registrándose valores similares a los de 2008 (51.895 empleos). El pico de empleos se registró en 2012 con 62.956 empleos (Tabla VI.1 y Tabla VI.2).

Mención aparte merece el caso de Francia, con una cantidad de empleos muy baja en esta categoría. Uno de los motivos es la falta de datos de producción para este país, puesto que se han registrado como confidenciales en la base de datos PRODCOM, tal y como se ha señalado en el apartado 5.3.3 de este capítulo.

## 5.4.2 ENERGÍA EÓLICA MARINA

### 5.4.2.1 Empleos generados por tipo de empleo

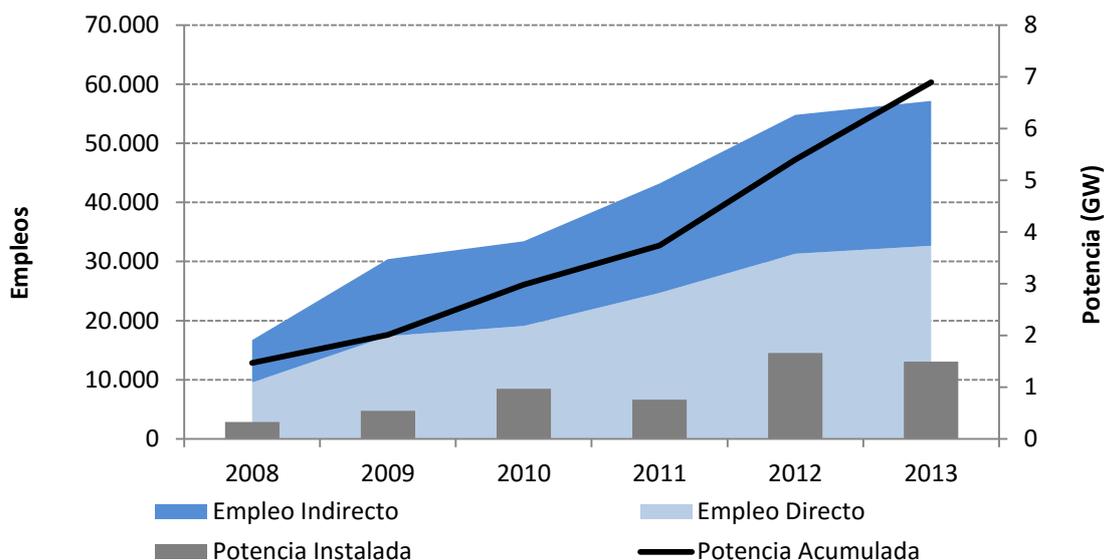
En total, la energía eólica marina empleaba a 57.167 personas en Europa en 2013 (Tabla VI.6). De las tres tecnologías analizadas es la que ha experimentado un mayor crecimiento en los últimos años, siendo este del 242% entre 2008 y 2013.

Aproximadamente el 57,1% de los empleos en energía eólica marina fueron directos y 42,9% fueron indirectos (Tabla VI.4 y Tabla VI.5).

Pocos son los Estados miembros con potencia eólica marina instalada (Tabla I.2), por ello esta tecnología no genera empleo en todos los Estados miembros de la UE (Tabla VI.6)

El nivel de empleos no ha crecido en la misma proporción que lo ha hecho la potencia, la cual ha experimentado un acusado desarrollo entre 2008 y 2014. En este período la potencia acumulada se ha multiplicado por seis – Lacal-Aránegui y Serrano-González; 2015 (Tabla I.2). La tendencia en esta tecnología es ascendente, observándose un crecimiento moderado de la misma en todo el período, tal y como muestra la Figura 5.7.

Figura 5.7. Energía eólica marina. Evolución del empleo directo e indirecto y de la potencia acumulada e instalada (2008-2013).



Fuente: Elaboración propia.

#### 5.4.2.2 Empleos generados por actividad

En 2013, el empleo total asociado a las actividades de operación y mantenimiento en la energía eólica marina fue de 8.818 personas, cuatro veces más que las empleadas en 2008 (Tabla VI.6). El 57,1% de estos empleos fueron directos (Tabla VI.5).

En cuanto a la instalación de equipos, esta tecnología empleó a un total de 10.059 personas en 2013 (Tabla VI.5), de las cuales 5.748 fueron empleos directos (Tabla VI.5). El empleo en esta actividad ha experimentado un importante aumento, pues en 2008, 3.182 personas estaban involucradas en actividades de instalación de energía eólica marina en la EU de forma directa e indirecta.

En lo que se refiere a las actividades de fabricación, éstas emplearon en 2013 en Europa a 38.290 personas (Tabla VI.6), 21.880 personas de forma directa (Tabla VI.5). La fabricación de turbinas es la actividad más intensiva en cuanto a empleo se refiere, suponiendo en 2013 el 60% del empleo total de fabricación. La fabricación de cimentaciones supuso el 28%, mientras que la fabricación del cableado empleó al 12% de las personas dedicadas a tareas de fabricación en esta tecnología (Tabla VI.7, Tabla VI.8 y Tabla VI. 9).

#### 5.4.2.3 Empleos generados por Estado miembro

Los empleos asociados a la operación y mantenimiento de instalaciones están localizados en aquellos países con potencia eólica marina acumulada. Del mismo modo sucede con los empleos asociados a la instalación de esta tecnología. El país con mayor potencia acumulada y el que más potencia ha instalado en los últimos años ha sido el Reino Unido y este hecho se refleja en el número de empleos existentes en dicho Estado miembro (Tabla VI.6). Reino Unido, con 5.606 empleados en operación y mantenimiento y 3.506 empleados en instalación de plantas, fue el líder indiscutible en empleo en ambas actividades en 2013, representando el 54% y el 35% del total de empleo en cada actividad, respectivamente.

En 2013, Alemania y Dinamarca acumulan la mayor cantidad de empleos asociados a la fabricación de equipos en esta tecnología por ser líderes en la producción de turbinas y en la construcción de equipos para la cimentación. En la fabricación de cableado, es el Reino Unido el país que emplea a más personas (Tabla VI.7, Tabla VI.8 y Tabla VI. 9).

### 5.4.3 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

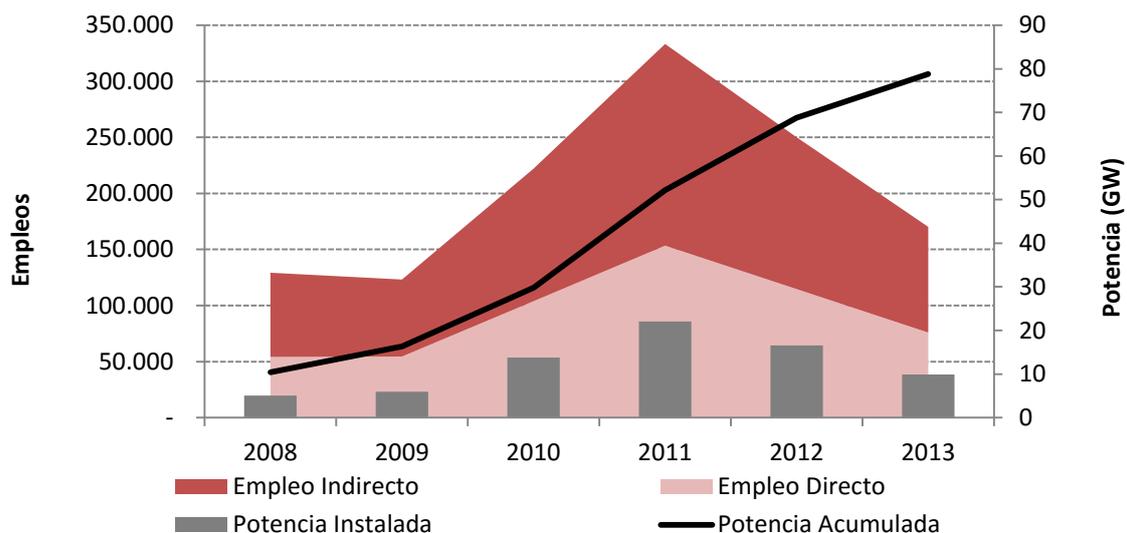
#### 5.4.3.1 Empleos generados por tipo de empleo

La energía solar fotovoltaica empleó en 2013 a 170.138 personas en total, un 32% más que en 2008. La tendencia a partir de 2011 es decreciente, registrándose el máximo empleo ese año, 333.280 empleos (Tabla VI.12). En 2013 había en Europa un total de 75.847 empleos directos (Tabla VI.10). En 2013 el empleo directo creció respecto a 2008 en un 40%, mientras que el empleo indirecto creció un 26%.

La potencia fotovoltaica acumulada se ha incrementado notablemente en el período 2008-2013. En 2013 había en Europa 78.798 MW (Eurobserv'er, 2014). En los dos últimos años el crecimiento se ha moderado, debido a la reducción de la potencia anual instalada. En el período 2010-2012 se registró un importante aumento de la potencia instalada, si bien esa tendencia se invirtió a partir de 2012, registrándose un brusco descenso. En 2011 se instalaron en Europa 22.023 MW y la potencia instalada descendió en 2013 a 9.922 MW (Tabla I.3).

La Figura 5.8 muestra el comportamiento del empleo y la potencia instalada y acumulada en el período 2008-2013 en Europa:

Figura 5.8. Energía solar fotovoltaica. Evolución del empleo directo e indirecto y de la potencia acumulada e instalada (2008-2013).



Fuente: Elaboración propia.

### 5.4.3.2 Empleos generados por actividad

El crecimiento experimentado por la potencia acumulada en Europa en el período analizado se ha traducido en un importante aumento en los empleos dedicados a OyM. En 2013, 18.199 personas se dedicaban a estas actividades (Tabla VI.12) y el 57% de las mismas lo hacían de forma directa (Tabla VI.10). Se ha registrado un aumento del 414% comparando los valores de 2013 con los de 2008. Los empleos en OyM supusieron en 2013 el 10,7% de los empleos totales.

La instalación anual de energía solar fotovoltaica ha sufrido un incremento significativo en el período analizado, aunque se aprecia una caída moderada desde 2011, que previsiblemente continuará en el futuro (Tabla I.3). Los empleos vinculados con la instalación de esta tecnología también han crecido, pasando de 43.182 empleos en 2008 a 57.080 empleos en 2013 (Tabla VI.12). El máximo número de empleos asociado a esta actividad se registró en 2011 (137.174 empleos). Los empleos asociados a la instalación de equipos supusieron en 2013 el 34% del total de empleos de la tecnología solar fotovoltaica en la UE. En ese año el 71% de los empleos vinculados a la instalación de energía solar fotovoltaica fueron directos y el 29% indirectos (Tabla VI.10 y Tabla VI.11).

La actividad de fabricación fue la que más empleos aportó al total en la tecnología solar fotovoltaica, contabilizándose 94.857 empleos en 2013, un 15% más que en 2008. Este valor representó en 2013 el 55,7% de los empleos generados por esta tecnología.

La actividad de fabricación de equipos en esta tecnología está muy ligada al comercio exterior, pues los paneles solares se importan principalmente de fuera de la UE - el 56% en 2013 y el 65% en 2008. El porcentaje de importaciones de inversores es menor y se ha mantenido constante en los últimos años en un valor del 21% (COMEXT – Eurostat, 2015a).

En total los empleos en producción de paneles solares fotovoltaicos en Europa ascendieron a 53.338 en 2013 (Tabla VI.15), lo que supuso un incremento del 5% respecto a 2008. Sin embargo, debido a la vinculación con la potencia anual instalada, los empleos en fabricación de paneles han experimentado una importante reducción en los últimos años. En 2013 el empleo asociado a esta actividad cayó un 43% respecto a 2011.

Por su parte, la fabricación de inversores empleaba en Europa a 41.520 personas en 2013 (Tabla VI.15). A pesar de que esta actividad es menos intensiva en empleo que la fabricación de paneles fotovoltaicos, emplea a un importante número de personas ya que la cantidad que se importa desde fuera de la UE es mucho menor.

#### *5.4.3.3 Empleos generados por Estado miembro*

A nivel global Alemania ocupa la primera posición en cuanto al número de empleos vinculado a la energía solar fotovoltaica: 63.008 empleos en 2013 (Tabla VI.12) a mucha distancia del resto de países de la UE. Italia fue el segundo país de la UE en cuanto a número de empleos totales en 2013 y registró 27.629 empleos. Estos datos se corresponden con la potencia acumulada en ambos países, que ostentaban las primeras posiciones en 2013 (Alemania: 36.013MW e Italia: 18.420MW - Tabla I.3). En cualquier caso, ambos países han acusado un importante descenso del número de empleos respecto a 2012 (37% en el caso de Alemania y 40% en Italia).

Alemania e Italia fueron los países con mayor empleo asociado a actividades de operación y mantenimiento en Europa en 2013 (8.318 empleos en Alemania y 4.068 empleos en Italia). También en instalación de equipos, ambos países ocuparon en 2013 las primeras posiciones. En 2008, sin embargo, fueron España y Alemania (por este orden) los países con mayor número de empleos vinculados a la instalación de equipos. En España esta tendencia se invirtió a partir de 2008, con la entrada en vigor del Real Decreto 1578/2008, el cuál reducía la tarifa a percibir para las nuevas instalaciones de esta tecnología en España (MITyC, 2008).

En cuanto a la fabricación de paneles solares fotovoltaicos, Alemania, Italia y Países Bajos concentraron en 2013 el 63% de los empleos asociados a esta actividad. La fabricación de inversores es una actividad con una mayor dispersión territorial, si bien el mayor número de empleos se concentraba en 2013 en tres países: Alemania, Italia y Dinamarca, que aglutinaban el 63% de la producción (Tabla VI.15).

## 5.5 VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS

### 5.5.1 ENERGÍA EÓLICA (MARINA Y TERRESTRE)

Como se ha explicado en el apartado 5.3.4, los resultados obtenidos con la metodología propuesta en esta tesis se han comparado con datos publicados por otros autores, con el objetivo de validar los mismos y aportar mayor rigor científico a la investigación.

No existen datos oficiales sobre el empleo asociado a las energías renovables en Europa, por lo que todos los estudios consultados se basan en estimaciones que aplican diferentes metodologías.

El estudio más completo por la desagregación de sus resultados y su periodicidad, es el publicado anualmente por Euroserv'er. Este informe ofrece datos totales de empleo sin distinguir por actividades. En la elaboración del mismo participan organismos nacionales, que aportan los datos de cada Estado miembro, si bien, las metodologías empleadas por estos organismos no son homogéneas, por lo que los datos no son totalmente fiables, tal y como menciona la propia publicación (Euroserv'er, 2014).

En la Tabla 5.6 se muestran los empleos totales generados en energía eólica (terrestre y marina) en los Estados miembros en el período considerado. En dicha tabla se aprecia cómo las variaciones entre los datos publicados y los obtenidos son mínimas para la mayoría de los países analizados y prácticamente inexistentes para el número total de empleos de la UE. La mayor variación se registra en 2008 (+13%), estando muy próximos ambos valores para el resto de los años del período analizado.

Tabla 5.6. Comparativa entre los empleos totales asociados a la energía eólica (terrestre y marina) publicados por Eurobserv'er y los estimados en este trabajo.

EM	Empleos Eurobserv'er						Empleos estimados metodología					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
AT	2.100	2.500	3.300	3.500	3.900	4.500	830	984	1.211	1.859	2.519	2.689
BE	2.500	2.800	3.000	3.600	3.000	3.500	1.679	5.265	5.386	3.193	3.703	3.903
BG	1.600	900	3.000	1.000	500	250	345	1.966	3.566	2.884	2.107	1.097
CY	-	-	400	150	100	50	-	175	341	317	215	97
CZ	600	650	350	300	500	250	284	300	221	255	312	249
DE	90.600	102.100	96.100	101.100	121.800	137.800	80.424	76.983	81.168	104.251	115.325	111.187
DK	23.000	24.700	25.000	42.500	28.500	27.500	46.556	59.440	59.824	45.206	54.142	69.969
EE	400	400	350	500	400	100	252	283	218	583	802	613
EL	2.100	1.340	1.500	2.000	1.500	1.400	1.504	1.946	2.918	2.793	2.285	2.212
ES	36.000	35.720	30.750	30.000	30.000	20.000	52.851	51.925	44.131	45.990	42.329	41.133
FI	1.500	6.400	6.400	400	900	1.500	1.161	1.076	650	699	1.099	1.089
FR	18.250	20.815	20.600	20.000	20.000	20.000	7.297	9.450	9.828	9.308	9.954	11.249
HR	-	-	-	-	400	400	36	171	300	298	398	526
HU	300	1.100	500	300	100	100	384	502	477	300	227	223
IE	2.000	2.200	2.000	2.800	2.500	3.500	1.782	1.605	1.598	1.999	2.424	2.695
IT	15.000	23.300	28.600	30.000	40.000	30.000	12.445	16.261	18.831	21.644	16.409	9.388
LT	250	600	250	250	250	400	142	349	334	280	335	226
LU	50	50	50	350	50	50	25	28	37	63	68	39
LV	50	50	50	50	100	50	24	28	61	198	174	46
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
NL	700	2.550	2.600	2.800	3.500	4.000	4.176	3.182	2.812	3.167	4.107	5.312
PL	1.600	4.000	1.500	1.600	2.800	3.000	1.359	1.908	2.743	3.927	5.476	5.058
PT	2.200	3.550	4.500	3.000	1.500	1.500	7.775	5.018	3.988	4.669	4.477	4.293
RO	50	100	1.500	4.000	2.800	2.000	21	971	2.366	3.686	4.633	3.909
SE	2.000	3.000	5.000	8.000	5.100	4.500	2.769	4.049	5.033	6.085	6.238	6.818
SI	-	-	-	-	50	50	1	29	29	6	16	16
SK	-	4.450	-	50	50	50	2	2	44	44	2	2
UK	4.500	6.800	15.000	17.750	25.000	36.000	7.717	10.667	12.736	17.700	22.251	22.660
<b>TOTAL</b>	<b>207.350</b>	<b>250.075</b>	<b>252.300</b>	<b>276.000</b>	<b>295.300</b>	<b>302.450</b>	<b>231.843</b>	<b>254.565</b>	<b>260.850</b>	<b>281.404</b>	<b>302.030</b>	<b>306.699</b>
	<b>Variación</b>						<b>13%</b>	<b>2%</b>	<b>3%</b>	<b>1%</b>	<b>-2%</b>	<b>1%</b>

Fuente: Elaboración propia e informes anuales Eurobserv'er (2009-2014).

En cuanto a los resultados por países, en líneas generales los calculados con la metodología presentada en esta investigación no difieren sustancialmente de los publicados por otros organismos. En Alemania, los datos obtenidos con la metodología presentada en este trabajo se ajustan a los datos presentados por Eurobserv'er. Las mayores diferencias se dan en el año 2009 y 2013 (-25% y -19%, respectivamente); para el resto de años las diferencias son pequeñas. Los datos publicados anualmente por Eurobserv'er coinciden con los presentados por el Ministerio de Comercio y Energía alemán - *Bundesministerium für Wirtschaft und Energie* (BMW, 2014). La variación de los resultados para el caso concreto de Alemania se representa en la Tabla 5.7.

Los resultados utilizando la metodología presentada en este trabajo para Dinamarca son sensiblemente superiores que presentados anualmente por Eurobserv'er. Si bien, los resultados

de esta investigación están en línea con las publicaciones de la Asociación Danesa de Energía Eólica (DWIA, 2010 y 2014), tal y como se muestra en la Tabla 5.7. Los datos facilitados por la Asociación Danesa de la Energía se refieren únicamente a empleos directos.

Los resultados para España obtenidos en este trabajo también son ligeramente superiores a los presentados por Euroserv'er en su informe anual 2011 (Euroserv'er, 2011), pero en este caso coinciden con los publicados para el año 2010 por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) en la elaboración del Plan de Energías Renovables 2011-2020 (MITyC/IDAE, 2010).

Como ya se mencionó en el apartado 5.3.3, pequeñas discrepancias pueden deberse a las asimetrías de la base de datos COMEXT. Además, como se ha explicado en ese mismo apartado, la serie de datos completa para algunos países (como es el caso de Francia y Portugal para eólica), así como los datos correspondientes a algún año concreto para otros países, pueden variar de forma moderada, puesto que al no disponer de datos (debido a la confidencialidad de los mismos), se ha considerado que los consumos propios suponen en estos países el 0% de su producción, pudiendo cometerse una inexactitud y siendo la razón de las discrepancias con Euroserv'er.

La Tabla 5.7 muestra una comparativa entre los datos estimados por la metodología presentada en esta investigación y los publicados por diversos organismos y autores analizados.

Tabla 5.7. Comparativa de los resultados sobre empleo obtenidos para la energía eólica con otros estudios.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Alemania – (BWMi, 2014)	85.100	102.100	96.100	101.100	121.800	137.800
Estimación Empleo	80.424	76.983	81.168	104.251	115.325	111.187
<i>Desviación</i>	-5%	-25%	-16%	3%	-5%	-19%
Dinamarca <sup>(1)</sup> - (DWIA, 2010; 2014)	28.400	24.700			28.459	27.490
Estimación Empleo	23.980	27.596			23.751	31.975
<i>Desviación</i>	-16%	12%			-17%	16%
España – (MITyC/IDAE; 2010)		55.172				
Estimación Empleo		51.546				
<i>Desviación</i>		-6%				
Europa (REN21, 2013; 2014)			253.000	270.000	328.000	
Estimación Empleo			260.850	281.404	302.030	
<i>Desviación</i>			3%	4%	-8%	

<sup>(1)</sup> Se refiere a empleos directos.

Fuentes: BWMi, 2014; DWIA, 2010; DWIA, 2014; MITyC/IDAE; 2010; REN21, 2013; REN21, 2014 y elaboración propia.

## 5.5.2 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

De forma similar a lo que ocurre con la energía eólica, son muchos los estudios que analizan el empleo vinculado a la energía solar fotovoltaica. La comparativa entre los resultados anuales presentados por Euroserv'er y los obtenidos con la metodología de este trabajo para esta tecnología se muestran en la Tabla 5.8.

Tabla 5.8. Comparativa entre los empleos totales asociados a la solar fotovoltaica publicados por Euroserv'er y los estimados en este trabajo.

EM	Empleos Euroserv'er						Empleos estimados metodología					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
AT	1.800	2.900	4.400	4.200	4.850	4.850	4.311	3.717	5.865	6.620	5.588	3.759
BE	2.250	7.800	7.660	20.500	20.500	10.000	3.332	6.453	9.519	13.551	11.253	4.224
BG	50	130	1.200	3.600	7.500	1.500	83	75	253	1.352	4.957	2.736
CY	50	140	160	230	100	200	406	529	1.104	799	491	374
CZ	1.000	5.000	8.000	500	1.500	1.500	3.227	6.966	16.152	7.497	4.717	3.239
DE	60.300	64.700	107.800	110.900	100.300	56.000	59.565	69.815	111.413	133.595	100.456	63.008
DK	300	300	400	6.050	600	500	1.767	1.947	4.730	7.070	10.689	7.137
EE	-	50	50	50	50	50	2.511	12	212	298	457	438
EL	500	1.350	8.425	22.000	10.500	12.000	128	388	2.246	4.406	6.617	7.247
ES	30.000	14.000	28.350	15.000	12.000	7.500	29.206	5.707	12.419	17.044	9.760	5.931
FI	50	100	50	50	50	50	1.505	1.227	1.525	3.901	3.683	2.568
FR	8.400	18.925	69.250	62.750	39.000	26.400	2.597	3.768	9.333	15.044	11.512	7.973
HR	-	-	-	-	50	200	267	418	325	573	218	1.640
HU	300	50	4.580	1.000	100	50	1.611	1.642	2.940	4.100	4.075	1.643
IE	-	50	50	50	50	50	98	37	52	113	113	173
IT	6.000	22.000	45.000	55.000	16.000	10.000	7.817	9.340	24.220	84.163	46.162	27.629
LT	-	50	50	50	100	700	8	5	10	19	90	415
LU	50	50	50	50	400	300	344	606	866	1.156	971	466
LV	-	50	50	50	50	50	4	0	0	11	4	12
MT	-	50	50	50	150	100	92	23	60	147	113	52
NL	550	2.200	2.300	5.000	5.800	6.500	1.879	2.665	6.456	8.714	9.617	6.383
PL	50	50	50	400	100	50	50	359	939	2.102	2.322	1.500
PT	3.000	3.000	3.500	3.500	750	750	1.139	717	953	1.081	850	565
RO	500	50	50	50	500	2.500	7	6	64	462	896	5.917
SE	450	650	740	450	600	800	2.516	2.401	2.579	1.517	1.902	1.029
SI	50	200	500	1.150	1.400	500	141	241	1.929	1.850	1.294	782
SK	-	50	1.500	3.000	700	200	40	238	1.314	2.727	919	882
UK	1.300	2.000	5.000	15.000	12.500	15.600	4.589	3.878	4.593	13.369	10.333	12.415
<b>TOTAL</b>	<b>116.950</b>	<b>145.895</b>	<b>299.215</b>	<b>330.630</b>	<b>236.200</b>	<b>158.900</b>	<b>129.238</b>	<b>123.180</b>	<b>222.072</b>	<b>333.280</b>	<b>250.063</b>	<b>170.138</b>
						<b>Variación</b>	<b>11%</b>	<b>-16%</b>	<b>-26%</b>	<b>1%</b>	<b>6%</b>	<b>7%</b>

Fuente: Elaboración propia e informes anuales Euroserv'er (2009-2014).

En la Tabla 5.8 se aprecia cómo las variaciones entre los datos publicados y los obtenidos son pequeñas, si bien ligeramente superiores a las registradas en el caso de la energía eólica. La mayor variación se registra en 2010 (-26%). En los años siguientes los datos tienden a converger.

Considerando los datos de Euroserv'er como los mejores datos disponibles, las discrepancias pueden deberse principalmente a la asimetrías de la base de datos COMEXT, así como a la falta de datos por la confidencialidad para algunos países de la base de datos PRODCOM (Tabla V.3 y Tabla V.4)

En el caso concreto de Alemania, se han comparado los datos obtenidos con los presentados por el Ministerio de Comercio y Energía alemán (*Bundesministerium für Wirtschaft und Energie - BWE*) y las diferencias no son relevantes (menores del 10%), salvo para el año 2011 y 2013 (+20% y +13%) (BWMi, 2014).

El número de empleos estimado por REN21 (2013 y 2014) es sensiblemente inferior que los empleos publicados por Euroserv'er y también menores que los datos obtenidos con la metodología presentada en esta tesis. En cualquier caso todos los empleos de REN21 se refieren al año  $n$  excepto los de Alemania que son para el año  $n+1$ .

La Tabla 5.9 muestra una comparativa entre los datos estimados de acuerdo a nuestra metodología y los publicados por diversos organismos y autores.

Tabla 5.9. Comparativa de los resultados sobre empleo obtenidos para la energía solar fotovoltaica con otros estudios.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Alemania (BWMi, 2014)	57.000	64.700	107.800	110.900	100.300	56.000
Estimación Empleo	59.565	69.815	111.413	133.595	100.456	63.008
<i>Desviación</i>	5%	8%	3%	20%	0%	13%
Europa (REN21, 2013 y 2014)			268.000	312.000	220.000	
Estimación Empleo	129.238	123.180	222.072	333.280	250.063	170.138
<i>Desviación</i>			-17%	7%	14%	

Fuentes: BWMi, 2014; REN21, 2013; REN21, 2014 y elaboración propia.

Numerosas publicaciones referentes a diversos países constatan los fenómenos de variación de empleos anuales que se aprecian en los resultados. Casos como el registrado en la República Checa donde los empleos disminuyen de forma drástica en 2011 o en España, con una reducción de casi 20.000 empleos en 2009 respecto a 2008, son analizados por Kumar Sahu (2015).

## 5.6 CONCLUSIONES

La capacidad de crear empleo atribuida a las energías renovables, ha sido analizada por numerosos autores en los últimos años. Los métodos comúnmente utilizados han sido los modelos de equilibrio general, las tablas input-output y los métodos analíticos. Sin embargo, no existen datos oficiales del empleo generado por estas tecnologías, por lo que la cuantificación de estos empleos es importante para la comprensión de los beneficios asociados a las mismas.

En este capítulo se ha desarrollado una novedosa metodología ex-post que permite el cálculo de los empleos generados por las energías renovables. Se han analizado los empleos vinculados a la energía eólica (terrestre y marina) y a la tecnología solar fotovoltaica en los Estados miembros de la UE entre 2008 y 2013 (utilizando datos del período 2008-2014).

Se trata de una metodología innovadora puesto que, hasta nuestro conocimiento, es la única que tiene en cuenta el desarrollo industrial de cada país, distinguiendo entre países exportadores e importadores de tecnología a la hora de cuantificar los empleos. Además, esta metodología incorpora los efectos de las curvas de aprendizaje, debido a las cuales los factores de empleo, asociados a una determinada actividad y a una determinada tecnología, disminuyen a medida que aumenta la potencia total instalada. En otras palabras, el número de empleos por unidad de potencia disminuye al aumentar la potencia instalada. Esto es debido a que las actividades son conocidas por los trabajadores, necesitando cada vez menos tiempo para llevarlas a cabo.

Las principales ventajas que presenta el uso de esta metodología es que es fácilmente replicable, se basa en datos públicos, y permite obtener el número de empleos brutos anuales para todos los Estados miembros de la UE, distinguiendo por tipo de actividad (OyM, instalación y fabricación) y por tipo de empleo (directo e indirecto).

Los resultados obtenidos tras la aplicación de esta metodología se han comparado con los resultados de otros estudios de similares características que aplican otras metodologías. Esto ha servido de validación, confirmando la capacidad de la metodología desarrollada para la cuantificación de empleos.

Entre las tres tecnologías analizadas se generaron en 2013 más de cuatrocientos setenta y cinco mil empleos. La energía eólica terrestre fue la tecnología que más empleo generó en 2013 (249.532 empleos), seguida por la energía solar fotovoltaica (170.138 empleos). En 2012 la situación era distinta y la energía solar fotovoltaica generó más empleo que la energía eólica. La

energía eólica marina representa el menor número de empleos de las tecnologías analizadas (57.167 empleos), sin embargo es, en términos relativos la que ha experimentado un mayor crecimiento en el período analizado.

La evolución en la creación de empleo presenta una mayor volatilidad en la energía solar fotovoltaica que en el resto de tecnologías analizadas. Esta tecnología viene experimentando un acusado descenso en el número de empleos desde el año 2011.

En términos generales, la actividad que más empleo ha generado ha sido la fabricación de equipos, seguida de las actividades de instalación y OyM. Sin embargo, la relevancia de cada actividad varía en función de la tecnología. La fabricación de equipos es más relevante en la energía eólica marina, la instalación en energía solar fotovoltaica y las actividades de OyM en la energía eólica terrestre.

El empleo en las tecnologías consideradas está muy concentrado geográficamente. Cinco países aglutinan más de tres cuartas partes del empleo: Alemania, Dinamarca, Italia, España y Reino Unido. En líneas generales, el empleo directo domina al indirecto, pero la proporción es diferente dependiendo de la tecnología. Así, el empleo directo es relativamente menos importante para la solar fotovoltaica que en las tecnologías eólicas (terrestre y marina).

Existen ciertas salvedades que deben ser mencionadas en la aplicación de esta metodología y están relacionados con las debilidades de las que advierte Eurostat en sus bases de datos COMEXT y PRODCOM. Estas bases de datos en ocasiones aportan pequeñas imprecisiones debidas principalmente a la falta de registro de datos y a la confidencialidad de los mismos. La metodología presentada intenta minimizar en la medida de lo posible los problemas asociados a la inexactitud en los datos. Hay que tener en cuenta también, que esta metodología permite el cálculo de empleo bruto y no de los empleos netos, que consideran los impactos en otros sectores de la economía.

El uso de esta metodología posibilita la concepción, implementación y monitorización de políticas de apoyo al desarrollo de las energías renovables.

## 5.7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIE (2011). *Solar Energy Perspectives*. Agencia Internacional de la Energía. París, Francia. 234pp. ISBN: 978-92-64-12457-8
- AIE (2013). *Technological Roadmap. Wind Energy. 2013 Edition*. Agencia Internacional de la Energía. París, Francia. 63pp. Disponible en: [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Wind\\_2013\\_Roadmap.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Wind_2013_Roadmap.pdf)
- Apergis N., Payne J.E. (2010). Renewable energy consumption and economic growth: evidence from a panel of OECD countries. *Energy Policy*; **38**: 656–60.
- Arrow K. (1926). The economic implications of learning by doing. *Review of Economics Studies*; **29**: 154–74.
- Blanco M.I., Rodrigues G. (2009). Direct employment in the wind energy sector: An EU study. *Energy Policy*; **37 (8)**: 2847-57.
- BMWi (2014). *Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland. Informes anuales: 2008-2013*. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Berlin, Alemania. Disponibles en: <http://www.bmwi.de/DE/Mediathek/publikationen.html>
- Böhringer C., Keller A., van der Werf E. (2013). Are green hopes too rosy? Employment and welfare impacts of renewable energy promotion. *Energy Economics*; **36**: 277-85.
- Cai W., Mu Y., Wang C., Chen J. (2014). Distributional employment impacts of renewable and new energy—A case study of China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; **39**: 1155-63.
- Caldés N., Varela M., Santamaría M., Sáez R. (2009). Economic impact of solar thermal electricity deployment in Spain. *Energy Policy*; **37 (5)**: 1628-36.
- Cambridge Econometrics (2013). *Employment effects of selected scenarios from the Energy Roadmap 2050. Informe final para la Comisión Europea (Dirección General de Energía)*. Cambridge, Reino Unido. 214pp. Disponible en: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2013\\_report\\_employment\\_effects\\_roadmap\\_2050.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2013_report_employment_effects_roadmap_2050.pdf)

- Cameron L., van der Zwaan B. (2015). Employment factors for wind and solar energy technologies: A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; **45**, 160-72.
- Comisión Europea (2009). Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE.
- Comisión Europea (2014a). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones del 22 de enero de 2014. *Un marco estratégico en materia de clima y energía para el período 2020-2030*. EU COM/2014/015 final.
- Dalton G.J., Lewis T. (2011). Metrics for measuring job creation by renewable energy technologies, using Ireland as a case study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; **15 (4)**: 2123-33.
- Duscha V., Ragwitz M., Breitschopf B., Schade W., Walz R., Pfaff M., de Visser E., Resch G., Nathani C., Zagamé P., Fougeyrollas A., Boitier B. (2014). Employment and growth effects of sustainable energies in the European Union. Support activities for RES modelling post 2020. Proyecto Europeo. Contrato Nº: ENER/C1/428-2012. 199pp. Disponible en: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/EmployRES-II%20final%20report\\_0.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/EmployRES-II%20final%20report_0.pdf)
- DWIA, 2010. The Danish Wind Industry Annual Statistics 2010. Danish Wind Industry Association, Copenhagen, Denmark. 18 pp. Disponible en: <http://ipaper.ipapercms.dk/Windpower/Branchestatistik/DanishWindIndustryAnnualStatistics2010/>
- DWIA, 2014. The Danish Wind Industry Annual Statistics 2014. Danish Wind Industry Association, Copenhagen, Denmark. 14pp. Disponible en: <http://ipaper.ipapercms.dk/Windpower/Branchestatistik/Branchestatistik2014/>
- Eurobserv'er (2009-2014). The state of renewable energies in Europe. Informes anuales. Años: 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013. ISSN 2101-9622. París, Francia. Disponibles en: <http://www.eurobserv-er.org/>

- EPIA (2012). Sustainability of photovoltaic systems. Job Creation. European Photovoltaic Industry Association. Bruselas, Bélgica. Disponible en:  
[http://www.epia.org/uploads/tx\\_epiafactsheets/Fact\\_Sheet\\_on\\_Job\\_Creation.pdf](http://www.epia.org/uploads/tx_epiafactsheets/Fact_Sheet_on_Job_Creation.pdf)
- Eurostat (2008). Europroms User Guide. PRODCOM Data. Eurostat Statistical Database. Luxemburgo. 18pp. Disponible en:  
<http://ec.europa.eu/eurostat/documents/120432/4433294/europroms-user-guide.pdf/e2a31644-e6a2-4357-8f78-5fa1d7a09556>
- Eurostat (2014). Quality report on European statistics on international trade in goods. Data 2010-11. 60 pp. ISBN: 978-92-79-41652-1. Disponible en:  
<http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3888793/6182577/KS-TC-14-009-EN-N.pdf/fc46caf3-5c6d-4359-af64-af0a0952e231>
- Eurostat (2015a). Eurostat Statistical Database. EU trade since 1988 by CN8 [DS-016890]. Disponible en: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/international-trade/data/database>  
Acceso: 7 junio, 2015.
- Eurostat (2015b). Eurostat Statistical Database. Sold production, exports and imports by PRODCOM list (NACE Rev. 2) – datos anuales [DS\_066341]. Disponible en:  
<http://ec.europa.eu/eurostat/web/prodcom/data/database>. Acceso 4 junio de 2015.
- EWEA (2008). Wind at work: wind energy and job creation in the EU. European Wind Energy Association. Bruselas, Bélgica. 52pp. Disponible en:  
[http://www.ewea.org/fileadmin/ewea\\_documents/documents/publications/Wind\\_at\\_work\\_FINAL.pdf](http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/Wind_at_work_FINAL.pdf)
- EWEA (2009-2015). Wind in power. European Statistics. Informes anuales. Años: 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014. European Wind Energy Association. Bruselas, Bélgica. Disponibles en: <http://www.ewea.org/statistics/>
- EWEA (2010-2015). The European offshore wind industry. - key trends and statistics. Informes anuales. Años: 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014. Bruselas, Bélgica. Disponibles en: <http://www.ewea.org/statistics/offshore-statistics/>
- EWEA (2012). Green Growth. The impact of wind energy on jobs and the economy. European Wind Energy Association. Bruselas, Bélgica. 100pp. Disponible en:  
[http://www.ewea.org/uploads/tx\\_err/Green\\_Growth.pdf](http://www.ewea.org/uploads/tx_err/Green_Growth.pdf)

- Fanning T., Jones C., Munday M. (2014). The regional employment returns from wave and tidal energy: A Welsh analysis. *Energy*; **76**: 958-66.
- Hong S., Chung Y., Woo C. (2015). Scenario analysis for estimating the learning rate of photovoltaic power generation based on learning curve theory in South Korea. *Energy*; **79**: 80-9.
- IRENA (2013), Renewable Energy and Jobs. Agencia Internacional de las Energías Renovables. Abu Dhabi, Emiratos Árabes Unidos. 144 pp. Disponible en: <http://www.irena.org/rejobs.pdf>
- IRENA (2014). REmap 2030: A Renewable Energy Roadmap. Agencia Internacional de las Energías Renovables. Abu Dhabi, Emiratos Árabes Unidos. 188 pp. Disponible en: [www.irena.org/remap](http://www.irena.org/remap)
- Kumar Sahu B (2015). A study on global solar PV energy developments and policies with special focus on the top ten solar PV power producing countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; **43**: 621-634
- Lacal-Aránzategui R. (2014). *2013 JRC wind status report*. Joint Research Centre (JRC). Comisión Europea. Luxemburgo. 71pp. ISBN 978-92-79-34499-2.
- Lacal-Aránzategui R., Serrano-González J. (2015). *2014 JRC wind status report*. Joint Research Centre (JRC). Comisión Europea. Luxemburgo. 92pp. ISBN 978-92-79-48380-6
- Lehr U., Nitsch J., Kratzat M., Lutz C., Edler D. (2008). Renewable energy and employment in Germany. *Energy Policy*; **36 (1)**: 108-17.
- Lehr U., Lutz C., Edler D. (2012). Green jobs? Economic impacts of renewable energy in Germany. *Energy Policy*; **47**: 358-64.
- Llera-Satresa E., Aranda-Usón A., Zabalza-Bribián I., Scarpellini S. (2010). Local impact of renewables on employment: Assessment methodology and case study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; **14 (2)**, 679-90.
- Llera E., Scarpellini S., Aranda A., Zabalza I. (2013). Forecasting job creation from renewable energy deployment through a value-chain approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; **21**: 262-71.

- 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**: 263-75.
- Miller R., Blair P. (2009). *Input–output: foundations and extensions*. (2<sup>nd</sup> Ed.) Cambridge University Press, Cambridge.
- MITyC (2008). Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Gobierno de España
- MITyC/IDAE (2010). Spain’s National Renewable Energy Action Plan 2011-2020. Madrid, España. 824pp. Disponible en:  
[http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_11227\\_PER\\_2011-2020\\_def\\_93c624ab.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11227_PER_2011-2020_def_93c624ab.pdf)
- NREL (2012). Cost and performance data for power generation technologies. National Renewable Energy Laboratory. Colorado, Estados Unidos. 106pp. Disponible en:  
<http://bv.com/docs/reports-studies/nrel-cost-report.pdf>
- Ohler A., Fetters I. (2014). The causal relationship between renewable electricity generation and GDP growth: A study of energy sources. *Energy Economics*; **43**: 125-39.
- Oliveira C., Coelho D., Pereira da Silva P., Antunes C.H. (2013). How many jobs can the RES-E sectors generate in the Portuguese context? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; **21**: 444-55.
- Papineau M. (2006). An economic perspective on experience curves and dynamic economies in renewable energy technologies. *Energy Policy*; **34 (4)**: 422-32.
- PNUMA (2008). *Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World*. Programa Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Nairobi, Kenia. 376pp. ISBN: 978-92-807-2940-5.
- Ragwitz M., Schade W., Breitschopf B., Walz R., Helfrich N., Rathmann M., Resch G., Panzer C., Faber T., Haas R., Nathani C., Holzhey M., Konstantinaviciute I., Zagamé P., Fougeyrollas A., Le Hir B. (2009). EmployRES: the impact of renewable energy policy on economic growth and employment in the European Union. Final Report. Proyecto Europeo

- EmployRES. Contrato N°: TREN/D1/474/2006. 226pp. Disponible en: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2009\\_employ\\_res\\_report.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2009_employ_res_report.pdf)
- REN21 (2014). *Global Status Report*. Renewable Energy Policy Network for the 21st century. Informes de los años: 2013 y2014. ISBN 978-3-9815934-2-6. París, Francia.
- Rutovitz J., Atherton A. (2009). Energy sector jobs to 2030: a global analysis. Institute for Sustainable Futures. Sydney, Australia. 117pp. Disponible en: <http://www.greenpeace.org/brasil/PageFiles/3751/energy-sector-jobs-to-2030.pdf>
- Simas M., Pacca S. (2014). Assessing employment in renewable energy technologies: A case study for wind power in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; **31**: 83-90.
- Söderholm P., Sundqvist T. (2007). Empirical challenges in the use of learning curves for assessing the economic prospects of renewable energy technologies. *Renewable Energy*; **32 (15)**: 2559-78.
- Thornley P., Rogers J., Huang Y. (2008). Quantification of employment from biomass power plants. *Renewable Energy*; **33 (8)**: 1922-27.
- Tourkolias C., Mirasgedis S. (2011). Quantification and monetization of employment benefits associated with renewable energy technologies in Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **15 (6)**: 2876-86.
- Van der Zwaan B., Cameron L., Kober T.. Potential for renewable energy jobs in the Middle East. *Energy Policy*; **60**: 296-304.
- Wei M., Patadia S., Kammen D.M. (2010). Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US? *Energy Policy*; **38(2)**: 919-31.
- Wind, I. (2009). HS Codes and the Renewable Energy Sector. International Centre for Trade and Sustainable Development. Ginebra, Suiza. 78pp. Disponible en: <http://www.ictsd.org/downloads/2010/01/hs-codes-and-the-renewable-energy-sector.pdf>
- Wright T.P. (1936). Factors affecting the cost of airplanes. *Journal of Aeronautical Sciences*; **3 (4)**: 122–8.



# Capítulo 6

---

## CONCLUSIONES GENERALES Y LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO

---



## CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES GENERALES Y LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO/GENERAL CONCLUSIONS AND FUTURE RESEARCH LINES

6.1 Conclusiones generales.....	185
6.2 Aportaciones de este trabajo.....	188
6.3 Líneas futuras de trabajo .....	189
General conclusions and future research lines .....	191
General conclusions .....	191
Contributions to knowledge of this research.....	194
Future research .....	195

# 6. CONCLUSIONES GENERALES Y LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO

## 6.1 CONCLUSIONES GENERALES

Esta pionera investigación ha cuantificado en la UE cuatro impactos socioeconómicos vinculados a las tecnologías eólica y solar fotovoltaica en el período 2008-2013. Los impactos socioeconómicos analizados han sido: costes del apoyo público, ahorros por la reducción de emisiones, ahorros por la disminución del uso de combustibles fósiles y empleo bruto generado.

No se trata de un análisis coste-beneficio y los impactos socioeconómicos analizados no pueden compararse entre sí, puesto que recaen sobre agentes distintos. Pero los resultados dan una idea de la magnitud de los costes y de los beneficios asociados a las energías eólica y solar fotovoltaica en el período considerado.

Las principales conclusiones extraídas del análisis de cada uno de los impactos socioeconómicos mencionados han sido:

### A. Costes del apoyo público

La producción de electricidad causa impactos en el medio ambiente y en la sociedad que no se incluyen en el precio de la misma, es lo que se denomina externalidades. Una de las justificaciones para el uso de mecanismos de apoyo público en la promoción de las energías renovables es la internalización de tales externalidades.

Para la cuantificación de los costes vinculados al apoyo público en cada Estado miembro se ha llevado a cabo una exhaustiva revisión bibliográfica, dejando patente la variedad de mecanismos de apoyo existentes. Se ha cuantificado el apoyo público recibido por cada tecnología y Estado miembro en el período 2009-2013 (período con datos disponibles).

En el período analizado, el principal sistema de apoyo en la mayoría de los Estados miembros han sido las tarifas reguladas (FIT), en ocasiones acompañadas de apoyos a la inversión, como ayudas directas o créditos blandos. Recientemente, se están introduciendo diversos mecanismos

de contención y cambio en las políticas, disminuyendo los mecanismos de tarifas reguladas (FIT) y certificados verdes negociados (CVN) e incrementándose el número de sistemas basados en primas reguladas (FIP) y subastas, tal y como aconseja la Comisión Europea.

Los apoyos públicos a las tecnologías renovables en la UE han traído consigo un importante desarrollo de estas tecnologías y de su industria. Mención especial merecen los dos casos analizados, la energía eólica y la energía solar fotovoltaica. La energía eólica (incluyendo marina) casi ha duplicado su potencia en el período 2008-2013 y la energía solar fotovoltaica ha visto su capacidad multiplicada por siete en el mismo período.

En la UE, los apoyos públicos a la energía fotovoltaica duplicaron en 2013 a los de la energía eólica y su coste por unidad de energía es casi seis veces superior. En total en el período 2009-2013 la energía eólica recibió al menos 38.000 millones de euros de apoyo público, mientras que en el mismo período la energía solar fotovoltaica percibió más de 74.000 millones de euros.

## **B. Ahorros económicos por la reducción de emisiones y del uso de combustibles fósiles**

Los ahorros más relevantes vinculados a las energías renovables proceden de la reducción de emisiones y de la disminución del uso de combustibles fósiles; ambos ahorros son independientes. A los primeros se los considera impactos sobre el sistema, mientras que a los segundos se los considera impactos macroeconómicos.

Para su cuantificación se ha utilizado en ambos casos la misma metodología, basada en la herramienta de la CMNUCC, validada en el ámbito internacional. Hasta ahora esta herramienta sólo se había utilizado para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas por proyectos MDL. Este estudio analiza la combinación de los efectos de las energías renovables en las plantas existentes (margen operativo promedio -  $OM_{Promedio}$ ) y en la construcción de nuevas plantas (margen de construcción - BM). Para acotar más los resultados, se han propuesto tres escenarios. El escenario 1 considera que al aplicar el margen de construcción, las plantas de energías renovables evitaron o retrasaron la construcción de plantas de carbón en la UE. El escenario 2 considera que fueron las plantas de gas natural las que se retrasaron o evitaron. Y el escenario 3 supone que fueron ambos tipos de centrales (al 50%) las que pudieron verse afectadas.

Los ahorros totales en el período 2008-2013 por la reducción de las emisiones considerando el escenario 3 rondaron los 15.000 millones de euros para la energía eólica y 3.600 millones de

euros para la solar fotovoltaica. El ahorro en ese mismo período debido a la disminución del uso de combustibles fósiles fue superior para ambas tecnologías que el relacionado con el ahorro de emisiones; alrededor de 36.000 millones de euros para la energía eólica y 8.600 millones de euros para la energía solar fotovoltaica.

### **C. Empleos brutos generados**

En esta investigación se ha desarrollado una innovadora metodología ex-post que permite el cálculo de los empleos brutos generados por las tecnologías eólica (terrestre y marina) y solar fotovoltaica en todos los Estados miembros de la UE y en el período 2008-2013, cubriendo de esta forma el vacío existente en cuanto a datos de este tipo.

La fortaleza de la metodología presentada es que considera el desarrollo industrial de cada Estado miembro, distinguiendo entre exportadores e importadores de tecnología. Además, se consideran los efectos de las curvas de aprendizaje. Las principales ventajas que presenta el uso de esta metodología es que es fácilmente replicable, se basa en datos públicos, y permite obtener el número de empleos brutos anuales para todos los Estados miembros de la UE, distinguiendo por tipo de actividad (OyM, instalación y fabricación) y por tipo de empleo (directo e indirecto). Los resultados se han comparado con los de otros trabajos publicados, mostrando mínimas desviaciones.

La energía eólica fue la tecnología que más empleo generó en el período 2008-2013 (con una media anual de más de 270.000 empleos). La media anual para la energía solar fotovoltaica fue superior a los 200.000 empleos. La evolución en la creación de empleo es más volátil en la energía solar fotovoltaica y viene experimentando un acusado descenso desde el año 2011.

En términos generales, la actividad que más empleo ha generado ha sido la fabricación de equipos, seguida de las actividades de instalación y OyM. Sin embargo, la relevancia de cada actividad varía en función de la tecnología. La fabricación de equipos es más relevante en la energía eólica marina, la instalación en energía solar fotovoltaica y las actividades de OyM en la energía eólica terrestre.

El empleo en ambas tecnologías está muy concentrado geográficamente. Cinco países aglutinan más de tres cuartas partes del empleo generado: Alemania, Dinamarca, Italia, España y Reino Unido. En líneas generales, el empleo directo domina al indirecto, pero la proporción es diferente dependiendo de la tecnología. Así, el empleo directo es relativamente menos importante para la solar fotovoltaica que en la tecnología eólica.

## 6.2 APORTACIONES DE ESTE TRABAJO

Esta investigación aporta dos innovadoras metodologías para el cálculo de los impactos socioeconómicos asociados al ahorro de emisiones, a la reducción del uso de combustibles fósiles y al empleo generado por las energías renovables. Las principales ventajas de ambas metodologías son su simplicidad, el hecho de que estén basadas en datos públicos de fácil acceso y su sencillez para ser replicadas en diferentes ámbitos geográficos. Además, permiten la obtención de resultados desagregados por Estado miembro. Los resultados obtenidos por ambas metodologías se han contrastado con otros datos publicados, mostrando desviaciones mínimas.

Ambas metodologías pueden servir como instrumento para analizar los posibles impactos de planes de inversión y facilitar la priorización de propuestas de inversión para los gobiernos. Se trata de metodologías especialmente relevantes en la elaboración de políticas energéticas, en las que la movilización de fondos públicos es considerable, porque pone de manifiesto tres importantes impactos socioeconómicos vinculados a las tecnologías renovables.

A pesar de su demostrada validez y su simplicidad de uso, ambas metodologías presentan debilidades que deben de ser tenidas en cuenta:

- En la metodología para el cálculo de los ahorros debidos a la reducción de emisiones y uso de combustibles fósiles se han presentado tres escenarios de sustitución de las energías renovables por otras tecnologías. Es difícil conocer con exactitud qué escenario aplica a cada Estado miembro, por lo que los resultados se presentan dentro de un rango de valores, o bien como los de un escenario intermedio (escenario 3), asumiendo las posibles inexactitudes que este hecho representa.
- La principal debilidad de la metodología para el cálculo del empleo, advertida por Eurostat, está relacionada con los datos de las bases COMEXT y PRODCOM. Ambas bases de datos pueden presentar pequeñas inexactitudes debidas principalmente a la falta de registro de datos y a la confidencialidad de los mismos. La metodología presentada intenta minimizar, en la medida de lo posible, los problemas asociados a la imprecisión en los datos. Además, esta metodología permite el cálculo únicamente de empleo bruto y no de empleo neto, considerando los impactos en otros sectores de la economía.

## 6.3 LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO

Al término de este trabajo de investigación, se abren las siguientes líneas de investigación para seguir en el futuro:

- Análisis de otros impactos socioeconómicos. Este trabajo se ha centrado en el análisis de cuatro de los impactos socioeconómicos más importantes de los vinculados al desarrollo de las energías renovables, pero como se ha explicado en el capítulo 1 hay más impactos que pueden ser analizados en el futuro, como por ejemplo el impacto que tienen las renovables sobre el precio de la energía eléctrica (*merit-order effect*) o el impacto sobre el Producto Interior Bruto (PIB)
- Ampliación a otras tecnologías. Esta investigación se ha centrado en las dos tecnologías que han experimentado un crecimiento más rápido en los últimos años y de las que se espera una mayor contribución en el futuro, la energía eólica y la energía solar fotovoltaica. Futuras líneas de investigación estarán centradas en ampliar las metodologías presentadas a otras tecnologías renovables.
- Análisis de los impactos socioeconómicos en el futuro. Este estudio ha sido un análisis ex-post centrado en el período 2008-2013. Se propone como línea de investigación futura la aplicación de las metodologías presentadas a datos de perspectivas futuras basados en modelos energéticos.



# GENERAL CONCLUSIONS AND FUTURE RESEARCH LINES

## GENERAL CONCLUSIONS

This pioneering research has quantified four socioeconomic impacts related to wind and photovoltaic energies in the EU (European Union) during a six-year period (2008-2013). The following socioeconomic impacts have been analysed: the cost of public support, the economic benefits in terms of CO<sub>2</sub> emissions and fossil-fuels savings and the gross employment created.

This research is not a cost-benefit analysis. Actually, the socioeconomic impacts cannot be compared among themselves, because the impacts affect different agents. In any case, the results contribute to give an order of magnitude of the costs and benefits associated to wind and solar photovoltaic energies in the considered period.

The main conclusions from the analysis of each of the aforementioned impacts are:

### **A. Costs of the public support**

It has been well-established that generating electricity, especially from fossil fuels, creates environmental and socioeconomic impacts on third parties, which are not included in the price of electricity. These impacts are referred to as externalities. One of the main justifications for using public support mechanisms is the internalization of these costs.

In order to quantify the support expenditures in each Member State, an exhaustive literature review has been carried out. It highlights the variety of existent support mechanisms in Europe. The public support has been quantified per technology and Member State in a five-year period (2009-2013).

In the analysed period, FIT (feed-in tariff) policies are the most common support scheme in place in the EU Member States. Usually, FITs are combined with secondary instruments, such as investment subsidies, soft loans or fiscal incentives. Recently, governments in EU Member States are implementing cost-containment measures and policy modifications, phasing out FITs and tradable green certificates (TGC) and moving to feed-in premium (FIT) and auctions, following the recommendations of the European Commission.

Public support to renewable energy technologies in the EU has triggered a relevant development of these technologies and the associated industry. In this context, the two technologies being analysed in this thesis, wind and solar photovoltaics, stand out. Wind energy (including off-shore) capacity has doubled in the period 2008-2013 and solar photovoltaic capacity has increased more than seven-fold in the same period.

In the EU, public support expenditures on PV were more than double than expenditures on wind and the unit cost is almost six-fold. In the period 2009-2013, public support for wind energy was 38,000 million euro. Support levels for solar PV are much higher than for wind and, thus, the total policy costs (74,000 million euro in the same period).

## **B. Savings form CO<sub>2</sub> emissions avoided and reductions of the consumption of fossil fuel**

The most relevant impacts related to the deployment of renewable energy technologies come from the CO<sub>2</sub> emissions avoided and the reductions of fossil fuel consumption; both impacts are unrelated. The impact associated to the emissions avoided is a system-related effect, while the savings of fossil fuel are considered a macroeconomic effect.

In order to quantify both impacts in monetary terms, the same methodology has been used. This methodology is based on the tool proposed and internationally validated by the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). This tool was not originally conceived for the purposes of this research. It is commonly used in the calculation of baselines in CDM projects. This research takes into account the impacts of renewable energy plants on the existing power plants (Average Operating Margin - OM<sub>average</sub>) and the avoided construction of new facilities in the period (Build Margin - BM). With the purpose of eliminating possible uncertainties, three scenarios have been considered. The first one assumes that renewable energy technologies would have replaced coal. In the second scenario, renewables would have replaced natural gas. The third scenario is an intermediate one, whereby a 50% substitution of coal and natural gas is assumed.

It can be observed that the emissions reductions significantly vary across scenarios. The total savings in the scenario 3 during the period 2008-2013 were around 15,000 million euro for wind energy and 3,600 million euro for photovoltaics. The savings regarding the reductions of fossil fuel consumption were higher for both technologies than the savings from CO<sub>2</sub> reduction; 36,000 million euro for wind energy and 8,600 million euro for photovoltaics.

### **C. Gross employment**

This dissertation has provided an innovative methodology which integrates relevant aspects which should be considered in the calculation of the gross employment created in wind (on-shore and off-shore) and photovoltaics in the European Member States during the period (2008-2013).

The main contribution of this methodology to the literature is that it takes into account the relevant industrial footprint of each country, distinguishing between importing and exporting countries. It also incorporates the effect of learning curves on the employment factors. It is a methodological approach that can be used for all Member States, relies on publicly available data from Eurostat and can easily be replicated for future years. Differently from other studies on the topic, this methodology provides data disaggregated per activity (operation and maintenance, installation and manufacturing) and type of jobs (direct and indirect). The results have been compared to other studies on the topic which used different methodologies, showing negligible deviations.

Wind energy accounts for most of the gross employment being created during the analysed period (annual average of 270,000 jobs), closely followed by photovoltaics (annual average of 200,000 jobs). The evolution of job creation has been much more volatile in photovoltaics and the total jobs have significantly been reduced since 2011.

Most employment is created in manufacturing, followed by the installation and O&M (operation and maintenance) activities. However, the relevance of each activity varies per technology. Manufacturing is relatively more relevant in the off-shore wind sector, installation in the photovoltaic sector and O&M in the on-shore wind sector. The employment for both technologies is highly geographically concentrated. Five countries account for more than  $\frac{3}{4}$  of the employment created by those three renewable energy technologies: Germany, Denmark, Italy, Spain and the United Kingdom. Direct employment is relatively less important for photovoltaics than for wind energy.

## CONTRIBUTIONS TO KNOWLEDGE OF THIS RESEARCH

This dissertation presents two innovative methodologies to calculate the socioeconomic impacts related to CO<sub>2</sub> emission abatement, reduction of fossil fuel use and gross employment generation associated to the deployment of wind and photovoltaic energies. The main advantages of both methodologies are their simplicity and the fact that they can be easily used since they are based on publicly available data and, thus, can be replicated in different geographic scopes. Besides, they provide results disaggregated by Member State, which have been compared to other studies using different methodologies, showing slight deviations.

The results obtained from both methodologies can provide a useful input to the conception, implementation and monitoring of policies targeting to support the deployment of the analysed technologies. It can also be instrumental in analysing possible impacts of investment plans and can support prioritization of investment proposals, which is deemed especially relevant in policy making when these involve public funds.

In spite of the advantages of both methodologies, some caveats related to them are worth mentioning.

- Regarding the methodology aimed at the calculation of savings related to the reduction of emissions and fossil fuel use, three different scenarios have been depicted in this dissertation. It is hard to know exactly the scenario applicable to each Member State. Therefore, results are given as a range of values and including an intermediate scenario (scenario 3), with the consequent inaccuracies.
- The main weakness of the methodology to calculate the gross employment is related to the imprecision of the COMEXT and PRODCOM databases, which is acknowledged by Eurostat itself. There might be inaccuracies mainly due to data collection tools and the existence of confidential data. In spite of the possible inaccuracies, they are the best available databases and the methodology tries to minimize the errors. In addition, the proposed methodology is unable to capture induced employment effects in other sectors, and, thus, net jobs.

## FUTURE RESEARCH

Given that the validation of both technologies has shown that results have a significant degree of accuracy, this work could be extended in the future as follows:

- Analysis of other socioeconomic impacts. This research has focused on the analysis of four socioeconomic impacts, arguably some of the most important ones. Nevertheless, as it was explained in chapter 1, there are other impacts which could be studied in the future, such as the impact of renewable energy technologies on prices (merit-order effect) or on Gross Domestic Product (GDP).
- Extension to other technologies. This dissertation is centred on two technologies (wind and photovoltaic energies), which have increased significantly their contribution in the last years and which have a high potential to be further deployed in the future. The extension of these methodologies to other renewable technologies could be an interesting line of further research.
- Analysis of future socioeconomic impacts. This work analysed a six-year period (2008-2013). Future research efforts could be devoted to the application of both methodologies to future data, based on prospective energy models.



# 7. PRODUCCIÓN CIENTÍFICA/SCIENTIFIC PRODUCTION

De esta tesis doctoral han derivado las siguientes publicaciones SCI:

**Ortega M.**, del Río P., Montero E.A. (2013). Assessing the benefits and costs of renewable electricity. The Spanish case. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; **27**: 294-304.

**Ortega M.**, del Río P., Ruiz P., Thiel C. (2015). Employment effects of renewable electricity deployment. A novel methodology. *Energy*; **91**: 940-51.

**Ortega M.**, del Río P. (Aceptado con revisiones menores). Benefits and costs of renewable electricity in Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. (Octubre, 2015).

The following SCI papers have been published from this PhD:

**Ortega M.**, del Río P., Montero E.A. (2013). Assessing the benefits and costs of renewable electricity. The Spanish case. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; **27**: 294-304.

**Ortega M.**, del Río P., Ruiz P., Thiel C. (2015). Employment effects of renewable electricity deployment. A novel methodology. *Energy*; **91**: 940-51.

**Ortega M.**, del Río P. (Accepted with minor revisions). Benefits and costs of renewable electricity in Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. (October, 2015).



## **Anexo I**

---

# POTENCIA INSTALADA Y ACUMULADA POR ESTADO MIEMBRO TECNOLOGÍAS: EÓLICA Y FOTOVOLTAICA

---

# I POTENCIA ANUAL INSTALADA Y ACUMULADA POR ESTADO MIEMBRO

Tabla I.1. Energía eólica terrestre: potencia acumulada ( $P_{Ac}$ ) y potencia instalada ( $P_i$ ) por Estado miembro (2008-2014). .....	201
Tabla I.2. Energía eólica marina: potencia acumulada ( $P_{Ac}$ ) y potencia instalada ( $P_i$ ) por Estado miembro (2008-2014). .....	202
Tabla I.3. Energía fotovoltaica: potencia acumulada ( $P_{Ac}$ ) y potencia instalada ( $P_i$ ) por Estado miembro (2008-2013). .....	203

Tabla I.1. Energía eólica terrestre: potencia acumulada ( $P_{Ac}$ ) y potencia instalada ( $P_i$ ) por Estado miembro (2008-2014).

EM	Potencia acumulada ( $P_{Ac}$ ) - MW							Potencia Instalada ( $P_i$ ) - MW						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
AT	995	995	1.014	1.084	1.377	1.684	2.095	14	-	19	73	296	308	411
BE	415	533	691	883	996	1.100	1.247	135	119	160	191	113	90	147
BG	120	177	500	516	674	681	691	63	57	322	28	158	7	9
CY	-	-	82	134	147	147	147	-	-	82	52	13	-	-
CZ	150	192	215	217	260	268	282	34	44	23	2	44	8	14
DE	23.891	25.705	27.079	28.871	30.709	33.410	37.421	1.660	1.857	1.453	2.012	2.217	2.678	4.375
DK	2.736	2.800	2.877	3.080	3.236	3.532	3.570	60	96	108	207	170	346	67
EE	78	142	149	184	269	280	303	19	64	7	35	86	11	23
EL	985	1.087	1.323	1.634	1.749	1.866	1.980	114	102	238	316	117	116	114
ES	16.689	19.160	20.623	21.674	22.784	22.959	22.987	1.558	2.459	1.463	1.050	1.110	175	28
FI	119	123	170	172	261	422	599	24	4	50	2	89	163	183
FR	3.404	4.574	5.970	6.807	7.623	8.243	9.285	950	1.088	1.396	830	814	630	1.042
HR	18	28	89	131	180	261	347	1	10	61	52	48	81	86
HU	127	201	295	329	329	329	329	62	74	94	34	-	-	-
IE	1.002	1.285	1.367	1.589	1.724	2.024	2.247	232	233	82	208	121	344	222
IT	3.736	4.849	5.797	6.878	8.118	8.558	8.663	1.010	1.114	948	1.090	1.239	438	108
LT	54	91	163	179	263	279	279	3	37	72	16	60	16	1
LU	35	35	44	45	58	58	58	-	-	1	1	14	-	-
LV	27	28	30	48	60	62	62	-	2	2	17	12	2	-
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NL	1.978	1.968	2.022	2.025	2.144	2.424	2.558	380	39	56	59	119	295	141
PL	544	725	1.180	1.616	2.496	3.390	3.834	268	180	456	436	880	894	444
PT	2.862	3.535	3.706	4.377	4.527	4.728	4.912	712	673	171	339	155	200	184
RO	11	14	462	982	1.905	2.600	2.954	3	3	448	520	923	695	354
SE	915	1.397	2.000	2.736	3.415	4.166	5.209	262	482	604	754	842	641	1.050
SI	-	0	-	-	-	2	3	-	0	-	-	-	2	1
SK	3	3	3	3	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-
UK	2.377	3.461	3.864	4.549	5.302	7.013	7.910	375	890	449	631	724	1.724	904
<b>TOTAL</b>	<b>63.270</b>	<b>73.107</b>	<b>81.715</b>	<b>90.743</b>	<b>100.608</b>	<b>110.489</b>	<b>119.972</b>	<b>7.939</b>	<b>9.627</b>	<b>8.765</b>	<b>8.955</b>	<b>10.363</b>	<b>9.863</b>	<b>9.907</b>

Fuente: Informes anuales EWEA (EWEA, 2009-2015).

Tabla I.2. Energía eólica marina: potencia acumulada (PAc) y potencia instalada (PI) por Estado miembro (2008-2014).

EM	Potencia acumulada (P <sub>Ac</sub> ) - MW							Potencia Instalada (P <sub>I</sub> ) - MW						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
AT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BE	-	30	195	195	380	566	713	-	30	165	-	185	186	147
BG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DE	12	72	112	200	280	840	1.744	5	60	40	88	80	560	904
DK	427	665	872	876	926	1.275	1.275	-	238	207	4	50	349	-
EE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FI	25	25	27	27	27	27	28	9	-	2	-	-	-	1
FR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IE	25	25	25	25	25	25	25	-	-	-	-	-	-	-
IT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NL	247	247	247	247	247	247	247	120	-	-	-	-	-	-
PL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT	-	-	-	2	2	2	2	-	-	-	2	-	-	-
RO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SE	133	163	163	163	167	215	215	-	30	-	-	4	48	-
SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UK	597	784	1.340	2.007	3.347	3.698	4.530	194	187	556	667	1.340	351	832
<b>TOTAL</b>	<b>1.466</b>	<b>2.011</b>	<b>2.981</b>	<b>3.742</b>	<b>5.401</b>	<b>6.895</b>	<b>8.779</b>	<b>328</b>	<b>545</b>	<b>970</b>	<b>761</b>	<b>1.659</b>	<b>1.494</b>	<b>1.884</b>

Fuente: Informes anuales de EWEA (2009-2015) y Lacaal (2014 y 2015).

Tabla I.3. Energía fotovoltaica: potencia acumulada ( $P_{Ac}$ ) y potencia instalada ( $P_i$ ) por Estado miembro (2008-2013).

EM	Potencia acumulada ( $P_{Ac}$ ) - MW						Potencia Instalada ( $P_i$ ) - MW					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
AT	32	53	96	187	422	690	5	20	43	92	235	269
BE	71	574	1.037	2.051	2.581	2.983	49	503	731	996	531	215
BG	1	6	32	212	933	1.019	1	4	27	180	721	104
CY	2	3	6	10	17	35	1	1	3	4	7	18
CZ	55	463	1.959	1.913	2.022	2.133	49	409	1.496	-	109	110
DE	6.019	9.959	17.370	25.094	32.698	36.013	1.814	3.940	7.411	7.490	7.604	3.310
DK	3	5	7	17	399	531	0	1	3	10	375	155
EE	-	0	0	0	0	0	-	0	-	0	-	-
EL	19	55	205	631	1.543	2.586	9	37	150	426	912	1.043
ES	3.421	3.438	3.859	4.322	4.517	4.705	2.687	17	371	379	194	102
FI	6	8	10	11	11	11	1	2	2	2	-	-
FR	114	335	1.197	2.949	4.028	4.698	63	221	862	1.756	1.079	613
HR						22						17
HU	1	1	2	3	4	15	0	0	1	1	1	3
IE	0	1	1	1	1	1	-	0	0	-	-	0
IT	459	1.157	3.484	12.783	16.431	17.614	338	699	2.326	9.303	3.578	1.462
LT	0	0	0	0	6	68	0	0	-	-	6	62
LU	25	26	30	41	74	100	1	2	3	11	33	23
LV	-	-	-	2	2	2	-	0	-	2	-	-
MT	0	2	4	7	19	25	0	1	2	3	12	6
NL	57	68	88	146	365	665	4	11	21	58	219	300
PL	1	1	2	2	3	4	0	0	0	1	1	1
PT	68	102	131	172	242	281	50	34	29	38	70	53
RO	1	1	2	4	6	1.022	0	0	1	2	3	973
SE	8	9	11	16	24	43	2	1	3	4	8	19
SI	2	9	46	100	217	255	1	7	174	55	117	33
SK	0	0	174	487	517	537	0	0	37	313	30	-
UK	23	30	77	995	1.708	2.739	4	7	50	899	713	1.031
<b>TOTAL</b>	<b>10.386</b>	<b>16.305</b>	<b>29.829</b>	<b>52.156</b>	<b>68.791</b>	<b>78.798</b>	<b>5.080</b>	<b>5.918</b>	<b>13.746</b>	<b>22.023</b>	<b>16.558</b>	<b>9.922</b>

Fuente: Informes anuales Eurobserv'er (2009-2014).



## **Anexo II**

---

# PRODUCCIÓN ELÉCTRICA NETA E IMPORTACIONES DE ELECTRICIDAD POR ESTADO MIEMBRO

---

## **II PRODUCCIÓN ELÉCTRICA NETA E IMPORTACIONES DE ELECTRICIDAD POR ESTADO MIEMBRO**

Tabla II. 1. Producción eléctrica neta por Estado miembro en 2008 (GWh).....	207
Tabla II. 2. Producción eléctrica neta por Estado miembro en 2009 (GWh).....	208
Tabla II.3. Producción eléctrica neta por Estado miembro en 2010 (GWh).....	209
Tabla II.4. Producción eléctrica neta por Estado miembro en 2011 (GWh).....	210
Tabla II.5. Producción eléctrica neta por Estado miembro en 2012 (GWh).....	211
Tabla II.6. Producción eléctrica neta por Estado miembro en 2013 (GWh).....	212
Tabla II.7. Importaciones eléctricas por Estado miembro en 2008 (TWh).....	213
Tabla II.8. Importaciones eléctricas por Estado miembro en 2009 (TWh).....	214
Tabla II.9. Importaciones eléctricas por Estado miembro en 2010 (TWh).....	215
Tabla II.10. Importaciones eléctricas por Estado miembro en 2011 (TWh).....	216
Tabla II.11. Importaciones eléctricas por Estado miembro en 2012 (TWh).....	217
Tabla II.12. Importaciones eléctricas por Estado miembro en 2013 (TWh).....	218

Tabla II. 1. Producción eléctrica neta por Estado miembro en 2008 (GWh)

EM	Nuclear	Carbón	Fuelóleo	Gas natural	Hidráulica	Biomasa	Biogás	Residuos	Geotermia	Eólica	Solar fotovoltaica	Solar termoeléctrica	Marina	TOTAL	Importaciones
AT	0	6.658	1.635	10.707	39.438	3.229	576	317	2	2.011	30	0	0	<b>64.602</b>	19.796
BE	43.359	6.979	1.418	23.775	1.744	2.533	321	357	0	630	42	0	0	<b>81.159</b>	17.158
BG	14.742	20.274	242	2.061	3.241	14	0	0	0	122	0	0	0	<b>40.695</b>	3.097
CY	0	0	4.792	0	0	0	11	0	0	0	3	0	0	<b>4.806</b>	0
CZ	25.015	47.073	128	926	2.365	1.066	243	10	0	245	13	0	0	<b>77.084</b>	8.520
DE	140.710	264.323	13.617	83.604	26.031	9.411	12.000	4.326	12	40.451	4.420	0	0	<b>598.906</b>	41.670
DK	0	16.423	1.858	6.661	26	1.696	274	983	0	6.928	3	0	0	<b>34.852</b>	12.815
EE	0	8.893	33	379	28	24	8	0	0	133	0	0	0	<b>9.498</b>	1.369
EL	0	30.855	9.259	12.763	4.107	0	177	0	0	2.242	5	0	0	<b>59.407</b>	7.575
ES	56.294	47.862	17.991	115.696	25.603	1.808	560	749	0	32.143	2.532	16	0	<b>301.254</b>	5.881
FI	22.050	13.706	783	10.488	16.909	9.571	28	281	0	261	4	0	0	<b>74.080</b>	16.107
FR	418.298	24.938	6.803	20.645	67.531	1.499	656	1.758	0	5.696	42	0	465	<b>548.330</b>	10.748
HR	0	2.323	1.848	2.290	5.289	2	18	0	0	40	0	0	0	<b>11.810</b>	12.254
HU	13.969	6.686	435	14.084	208	1.633	64	101	0	201	1	0	0	<b>37.383</b>	12.774
IE	0	7.502	1.625	15.896	1.286	31	167	0	0	2.410	0	0	0	<b>28.918</b>	753
IT	0	46.511	31.738	165.305	46.673	2.690	1.531	1.489	5.198	4.852	193	0	0	<b>306.181</b>	43.433
LT	9.140	1	491	1.757	973	52	8	0	0	131	0	0	0	<b>12.552</b>	5.649
LU	0	0	41	2.375	952	0	44	26	0	61	20	0	0	<b>3.518</b>	6.830
LV	0	2	2	1.728	3.079	4	33	0	0	59	0	0	0	<b>4.906</b>	4.643
MT	0	0	2.185	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>2.185</b>	0
NL	3.931	25.705	3.387	60.884	102	2.866	704	1.351	0	4.260	38	0	0	<b>103.228</b>	24.967
PL	0	127.877	2.495	4.253	2.723	3.060	229	0	0	837	0	0	0	<b>141.474</b>	9.034
PT	0	10.772	4.270	14.623	7.198	1.444	68	270	170	5.726	38	0	0	<b>44.579</b>	10.744
RO	10.307	23.217	628	8.902	17.019	21	1	0	0	5	0	0	0	<b>60.100</b>	921
SE	61.323	2.159	1.701	583	68.657	8.732	29	1.226	0	1.996	4	0	0	<b>146.410</b>	12.754
SI	5.972	4.729	17	423	3.959	207	50	0	0	0	1	0	0	<b>15.357</b>	6.225
SK	15.429	4.708	639	1.469	3.886	439	14	20	0	7	0	0	0	<b>26.611</b>	9.412
UK	47.673	121.257	8.203	169.896	9.189	2.910	5.089	1.196	0	7.124	17	0	0	<b>372.552</b>	12.294
<b>EU</b>	<b>888.212</b>	<b>880.652</b>	<b>117.546</b>	<b>744.005</b>	<b>358.216</b>	<b>54.640</b>	<b>22.940</b>	<b>14.387</b>	<b>5.382</b>	<b>118.571</b>	<b>7.406</b>	<b>16</b>	<b>465</b>	<b>3.212.437</b>	<b>317.423</b>

Fuente: Eurostat (2015a)

Tabla II. 2. Producción eléctrica neta por Estado miembro en 2009 (GWh)

EM	Nuclear	Carbón	Fuelóleo	Gas natural	Hidráulica	Biomasa	Biogás	Residuos	Geotermia	Eólica	Solar fotovoltaica	Solar termoeléctrica	Marina	TOTAL	Importaciones
AT	0	4.927	1.708	12.079	42.737	3.379	596	209	2	1.912	48	0	0	<b>67.597</b>	19.542
BE	44.959	5.938	1.539	28.311	1.745	2.914	453	447	0	986	165	0	0	<b>87.457</b>	9.486
BG	14.223	18.267	284	1.697	4.010	5	2	0	0	237	3	0	0	<b>38.728</b>	2.662
CY	0	0	4.919	0	0	0	26	0	0	0	4	0	0	<b>4.949</b>	0
CZ	25.665	44.263	150	886	2.970	1.269	401	10	0	287	89	0	0	<b>75.990</b>	8.586
DE	127.690	240.769	14.515	75.970	24.231	10.393	13.896	3.998	13	38.532	6.584	0	0	<b>556.592</b>	41.859
DK	0	16.541	1.835	6.239	19	1.858	339	906	0	6.721	4	0	0	<b>34.462</b>	11.208
EE	0	7.239	40	97	32	275	6	0	0	195	0	0	0	<b>7.884</b>	3.025
EL	0	30.808	6.937	9.933	5.613	0	196	0	0	2.536	50	0	0	<b>56.073</b>	7.600
ES	50.399	35.326	19.130	103.044	28.662	2.101	507	728	0	37.187	5.932	102	0	<b>283.118</b>	6.751
FI	22.601	15.186	720	9.296	12.573	7.970	29	275	0	277	4	0	0	<b>68.932</b>	15.460
FR	389.998	22.659	6.362	19.343	61.210	1.324	825	1.906	0	7.913	174	0	448	<b>512.162</b>	18.517
HR	0	1.550	1.881	2.067	6.779	3	21	0	0	54	0	0	0	<b>12.354</b>	11.892
HU	14.442	5.910	691	9.602	223	1.959	88	104	0	324	1	0	0	<b>33.344</b>	10.972
IE	0	6.308	876	15.503	1.244	62	177	0	0	2.955	0	0	0	<b>27.125</b>	939
IT	0	41.394	26.497	140.409	52.843	4.076	1.587	1.541	5.016	6.485	676	0	0	<b>280.524</b>	47.070
LT	10.025	0	646	1.847	1.120	76	13	0	0	157	0	0	0	<b>13.885</b>	4.783
LU	0	0	42	2.813	817	0	52	25	0	63	20	0	0	<b>3.832</b>	6.022
LV	0	2	3	1.670	3.426	3	37	0	0	49	0	0	0	<b>5.191</b>	4.259
MT	0	0	2.046	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>2.046</b>	0
NL	3.999	25.503	2.874	65.858	98	3.474	876	1.508	0	4.581	46	0	0	<b>108.816</b>	15.452
PL	0	122.297	2.491	4.340	2.949	4.448	289	0	0	1.077	0	0	0	<b>137.891</b>	7.403
PT	0	12.382	3.440	14.125	8.902	1.645	80	278	162	7.544	160	0	0	<b>48.718</b>	7.598
RO	10.808	18.802	890	6.590	15.651	9	0	0	0	9	0	0	0	<b>52.759</b>	651
SE	50.023	1.530	1.414	1.480	65.449	9.921	33	1.002	0	2.485	7	0	0	<b>133.343</b>	13.765
SI	5.460	4.548	28	525	4.642	106	60	0	0	0	4	0	0	<b>15.374</b>	7.780
SK	13.055	3.913	588	1.803	4.213	451	20	20	0	6	0	0	0	<b>24.069</b>	8.994
UK	62.762	100.769	7.508	160.635	8.872	3.504	5.339	1.456	0	9.283	20	0	1	<b>360.149</b>	6.609
<b>EU</b>	<b>846.109</b>	<b>796.320</b>	<b>109.539</b>	<b>687.602</b>	<b>361.030</b>	<b>60.888</b>	<b>25.967</b>	<b>14.318</b>	<b>5.193</b>	<b>131.855</b>	<b>13.990</b>	<b>103</b>	<b>449</b>	<b>3.053.364</b>	<b>298.885</b>

Fuente: Eurostat (2015a)

Tabla II.3. Producción eléctrica neta por Estado miembro en 2010 (GWh)

EM	Nuclear	Carbón	Fuelóleo	Gas natural	Hidráulica	Biomasa	Biogás	Residuos	Geotermia	Eólica	Solar fotovoltaica	Solar termoeléctrica	Marina	TOTAL	Importaciones
AT	0	6.527	1.831	13.975	40.466	3.507	630	208	1	2.010	87	0	0	<b>69.243</b>	19.898
BE	45.729	5.758	1.648	30.414	1.646	3.071	548	572	0	1.286	560	0	0	<b>91.232</b>	12.395
BG	14.236	19.564	340	1.702	5.635	16	14	0	0	681	15	0	0	<b>42.204</b>	1.167
CY	0	0	5.029	0	0	0	34	0	0	31	6	0	0	<b>5.100</b>	0
CZ	26.440	45.602	168	975	3.366	1.356	577	32	0	335	612	0	0	<b>79.464</b>	6.642
DE	132.971	253.694	14.002	83.823	26.940	11.252	16.170	4.404	20	37.677	11.728	0	0	<b>592.682</b>	42.962
DK	0	15.916	1.423	7.399	21	3.111	334	854	0	7.809	6	0	0	<b>36.873</b>	10.599
EE	0	10.449	37	274	27	659	9	0	0	277	0	0	0	<b>11.732</b>	1.100
EL	0	28.195	5.693	8.999	7.456	0	174	0	0	2.714	158	0	0	<b>53.389</b>	8.517
ES	59.387	25.209	16.492	90.837	44.728	2.402	812	631	0	43.192	6.363	754	0	<b>290.808</b>	5.206
FI	21.889	20.282	661	10.664	12.743	10.010	84	283	0	294	5	0	0	<b>76.915</b>	15.719
FR	407.878	24.826	7.072	22.414	66.698	1.524	948	1.861	0	9.942	620	0	476	<b>544.259</b>	19.475
HR	0	2.230	524	2.387	8.325	3	28	0	0	139	0	0	0	<b>13.635</b>	12.415
HU	14.799	5.809	587	10.609	184	1.861	108	133	0	523	1	0	0	<b>34.613</b>	9.897
IE	0	6.089	577	16.888	768	106	196	0	0	2.815	0	0	0	<b>27.440</b>	760
IT	0	42.462	22.800	145.958	53.796	5.102	1.964	1.956	5.046	9.048	1.874	0	0	<b>290.006</b>	45.987
LT	0	0	587	2.888	1.275	105	28	0	0	223	0	0	0	<b>5.106</b>	8.174
LU	0	0	47	2.897	1.457	0	55	28	0	55	21	0	0	<b>4.559</b>	7.280
LV	0	2	2	2.474	3.488	7	47	0	0	49	0	0	0	<b>6.069</b>	3.973
MT	0	0	1.992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1.992</b>	0
NL	3.752	24.958	2.725	71.785	105	4.113	995	1.706	0	3.993	60	0	0	<b>114.191</b>	15.583
PL	0	125.519	2.664	4.352	3.460	5.357	361	0	0	1.664	0	0	0	<b>143.377</b>	6.310
PT	0	6.846	3.216	14.366	16.345	2.146	96	279	174	9.100	211	0	0	<b>52.779</b>	5.814
RO	10.690	17.961	599	6.288	19.983	95	1	0	0	306	0	0	0	<b>55.923</b>	767
SE	55.626	2.551	2.841	2.743	66.382	9.955	34	1.636	0	3.502	9	0	0	<b>145.279</b>	14.931
SI	5.381	4.690	12	486	4.629	106	86	0	0	0	13	0	0	<b>15.403</b>	8.625
SK	12.784	3.775	577	2.041	5.578	561	31	20	0	6	17	0	0	<b>25.391</b>	7.334
UK	56.442	105.067	5.967	169.635	6.683	4.505	5.538	1.543	0	10.180	40	0	2	<b>365.603</b>	7.144
<b>EU</b>	<b>868.004</b>	<b>813.857</b>	<b>99.529</b>	<b>718.310</b>	<b>402.184</b>	<b>70.680</b>	<b>29.938</b>	<b>16.036</b>	<b>5.241</b>	<b>147.851</b>	<b>22.402</b>	<b>758</b>	<b>478</b>	<b>3.195.267</b>	<b>298.674</b>

Fuente: Eurostat (2015a)

Tabla II.4. Producción eléctrica neta por Estado miembro en 2011 (GWh)

EM	Nuclear	Carbón	Fuelóleo	Gas natural	Hidráulica	Biomasa	Biogás	Residuos	Geotermia	Eólica	Solar fotovoltaica	Solar termoeléctrica	Marina	TOTAL	Importaciones
AT	0	7.108	1.570	12.051	36.612	3.567	607	204	1	1.876	169	0	0	<b>63.765</b>	24.972
BE	45.942	5.205	1.404	24.631	1.410	3.244	511	796	0	2.285	1.169	0	0	<b>86.597</b>	13.189
BG	15.263	23.978	119	1.809	3.641	32	17	0	0	861	101	0	0	<b>45.821</b>	1.449
CY	0	0	4.523	0	0	0	49	0	0	114	12	0	0	<b>4.698</b>	0
CZ	26.708	45.433	149	1.064	2.651	1.532	845	82	0	395	2.169	0	0	<b>81.028</b>	10.457
DE	102.241	252.741	12.585	80.940	23.015	10.817	19.660	4.412	19	48.736	19.599	0	0	<b>574.766</b>	51.003
DK	0	13.052	1.150	5.455	17	2.874	323	889	0	9.774	15	0	0	<b>33.549</b>	11.694
EE	0	10.300	39	225	30	691	14	0	0	368	0	0	0	<b>11.667</b>	1.690
EL	0	27.722	5.380	12.439	4.262	0	185	0	0	3.315	610	0	0	<b>53.913</b>	7.180
ES	55.236	43.246	14.842	81.946	32.345	2.886	770	762	0	41.871	7.299	1.922	0	<b>283.124</b>	7.932
FI	22.266	14.908	612	8.940	12.278	10.240	126	254	0	481	5	0	0	<b>70.109</b>	17.656
FR	421.073	16.330	5.081	25.240	49.255	1.811	1.065	1.852	0	12.228	2.078	0	477	<b>536.491</b>	9.501
HR	0	2.415	703	2.451	4.587	18	34	0	0	201	0	0	0	<b>10.409</b>	13.985
HU	14.711	6.104	258	9.917	216	1.410	197	110	0	610	1	0	0	<b>33.533</b>	14.664
IE	0	6.582	228	14.153	699	129	192	0	0	4.380	0	0	0	<b>26.363</b>	732
IT	0	47.936	21.215	138.198	47.201	4.992	3.255	2.111	5.315	9.775	10.668	0	0	<b>290.667</b>	47.519
LT	0	0	185	2.361	1.039	107	32	0	0	473	0	0	0	<b>4.197</b>	8.086
LU	0	0	63	2.323	1.129	0	56	38	0	64	26	0	0	<b>3.698</b>	7.096
LV	0	2	1	2.534	2.857	12	88	0	0	70	0	0	0	<b>5.564</b>	4.009
MT	0	0	2.056	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	<b>2.061</b>	0
NL	3.915	23.850	3.073	65.988	57	3.846	999	1.962	0	5.100	101	0	0	<b>108.891</b>	20.620
PL	0	128.457	2.254	5.282	2.735	6.488	409	0	0	3.187	0	0	0	<b>148.812</b>	6.780
PT	0	9.487	2.895	14.370	11.987	2.377	155	285	186	9.102	280	0	0	<b>51.124</b>	6.742
RO	10.478	21.679	672	7.311	14.788	165	8	0	0	1.388	1	0	0	<b>56.490</b>	3.410
SE	58.026	1.919	2.106	1.495	66.169	9.305	32	1.795	0	6.078	11	0	0	<b>146.936</b>	12.481
SI	5.902	4.704	21	433	3.646	112	113	0	0	0	65	0	0	<b>14.997</b>	7.036
SK	14.340	3.603	546	2.811	3.579	609	101	21	0	5	397	0	0	<b>26.012</b>	11.227
UK	62.655	105.387	4.769	141.149	8.541	5.394	5.642	1.583	0	15.472	244	0	1	<b>350.836</b>	8.689
<b>EU</b>	<b>858.756</b>	<b>831.311</b>	<b>87.933</b>	<b>657.520</b>	<b>334.746</b>	<b>72.205</b>	<b>35.516</b>	<b>16.978</b>	<b>5.521</b>	<b>178.209</b>	<b>45.000</b>	<b>1.945</b>	<b>478</b>	<b>3.126.118</b>	<b>329.799</b>

Fuente: Eurostat (2015a)

Tabla II.5. Producción eléctrica neta por Estado miembro en 2012 (GWh)

EM	Nuclear	Carbón	Fuelóleo	Gas Natural	Hidráulica	Biomasa	Biogás	Residuos	Geotermia	Eólica	Solar fotovoltaica	Solar termoeléctrica	Marina	TOTAL	Importaciones
AT	0	6.063	1.493	9.427	46.314	3.618	622	233	1	2.390	327	0	0	<b>70.489</b>	23.264
BE	38.464	5.280	1.732	22.753	1.648	3.704	642	681	0	2.714	2.131	0	0	<b>79.748</b>	16.848
BG	14.861	19.766	190	2.036	3.899	56	1	0	0	1.221	814	0	0	<b>42.844</b>	2.353
CY	0	0	4.288	0	0	0	48	0	0	185	22	0	0	<b>4.543</b>	0
CZ	28.603	42.807	140	1.094	2.838	1.652	1.334	78	0	414	2.128	0	0	<b>81.088</b>	11.587
DE	94.180	266.035	13.145	71.930	27.306	11.531	25.247	4.588	25	50.518	26.380	0	0	<b>590.885</b>	46.268
DK	0	9.785	1.049	3.885	17	2.942	347	826	0	10.270	104	0	0	<b>29.225</b>	15.920
EE	0	9.014	51	110	42	862	14	0	0	434	0	0	0	<b>10.527</b>	2.710
EL	0	27.191	5.365	11.674	4.575	0	178	0	0	3.161	1.510	0	0	<b>53.654</b>	5.954
ES	58.827	53.623	15.358	70.208	23.747	3.252	829	685	0	48.265	7.957	3.666	0	<b>286.417</b>	7.787
FI	22.063	10.677	519	6.372	16.667	10.143	132	316	0	494	5	0	0	<b>67.388</b>	19.089
FR	404.880	20.417	7.781	20.581	62.815	1.533	1.212	1.920	0	15.048	4.017	0	458	<b>540.662</b>	12.213
HR	0	2.098	546	2.354	4.782	35	53	0	0	328	2	0	0	<b>10.198</b>	13.174
HU	14.818	6.027	273	8.728	206	1.238	196	103	0	745	8	0	0	<b>32.342</b>	16.970
IE	0	7.702	280	13.056	1.004	175	189	58	0	4.010	0	0	0	<b>26.475</b>	784
IT	0	51.563	20.160	122.982	43.255	5.435	4.403	2.061	5.252	13.333	18.637	0	0	<b>287.081</b>	45.407
LT	0	0	217	2.599	920	159	38	0	0	537	2	0	0	<b>4.471</b>	8.060
LU	0	0	60	2.368	1.147	0	58	36	0	77	38	0	0	<b>3.784</b>	6.732
LV	0	2	1	1.690	3.677	53	183	0	0	113	0	0	0	<b>5.719</b>	4.935
MT	0	0	2.146	0	0	0	9	0	0	0	17	0	0	<b>2.172</b>	0
NL	3.741	26.231	2.736	53.536	104	3.803	968	2.147	0	4.982	254	0	0	<b>98.502</b>	32.156
PL	0	123.710	1.882	5.677	2.440	8.641	512	0	0	4.709	1	0	0	<b>147.572</b>	9.803
PT	0	12.552	2.344	10.234	6.607	2.394	200	235	134	10.156	392	0	0	<b>45.248</b>	10.766
RO	10.538	19.908	653	7.576	12.188	168	17	0	0	2.640	8	0	0	<b>53.694</b>	3.903
SE	61.393	1.250	1.851	865	78.459	10.196	19	1.612	0	7.165	19	0	0	<b>162.830</b>	11.682
SI	5.244	4.552	13	470	4.021	101	135	0	0	0	162	0	0	<b>14.698</b>	7.452
SK	14.411	3.420	465	2.498	4.023	634	166	24	0	6	424	0	0	<b>26.071</b>	13.472
UK	63.949	137.916	4.289	95.806	8.219	6.703	5.619	1.945	0	19.661	1.351	0	4	<b>345.462</b>	13.743
<b>EU</b>	<b>835.972</b>	<b>874.909</b>	<b>88.412</b>	<b>544.535</b>	<b>360.920</b>	<b>78.439</b>	<b>43.432</b>	<b>17.343</b>	<b>5.412</b>	<b>203.576</b>	<b>66.644</b>	<b>3.732</b>	<b>462</b>	<b>3.123.789</b>	<b>363.031</b>

Fuente: Eurostat (2015a)

Tabla II.6. Producción eléctrica neta por Estado miembro en 2013 (GWh)

EM	Nuclear	Carbón	Fuelóleo	Gas Natural	Hidráulica	Biomasa	Biogás	Residuos	Geotermia	Eólica	Solar fotovoltaica	Solar termoeléctrica	Marina	TOTAL	Importaciones
AT	0	5.879	1.375	6.419	44.106	3.626	608	235	0	3.038	561	0	0	<b>65.848</b>	24.960
BE	40.632	4.979	1.460	20.181	1.711	3.359	747	634	0	3.583	2.620	0	0	<b>79.906</b>	17.243
BG	13.316	16.712	195	2.015	4.735	81	14	0	0	1.374	1.361	0	0	<b>39.803</b>	3.351
CY	0	0	3.794	0	0	0	47	0	0	231	47	0	0	<b>4.119</b>	0
CZ	29.004	40.378	99	1.575	3.608	1.535	2.092	77	0	476	2.014	0	0	<b>80.858</b>	10.571
DE	92.127	272.259	12.782	63.775	28.305	11.060	27.124	5.025	67	51.552	31.010	0	0	<b>595.085</b>	54.736
DK	0	13.299	993	3.165	13	2.859	362	813	0	11.123	518	0	0	<b>33.145</b>	11.459
EE	0	10.430	170	79	26	571	18	0	0	529	0	0	0	<b>11.823</b>	2.712
EL	0	23.590	4.913	9.702	6.374	0	193	0	0	4.139	3.649	0	0	<b>52.560</b>	5.788
ES	54.264	40.636	13.752	54.686	40.593	3.629	870	570	0	52.942	8.193	4.340	0	<b>274.475</b>	9.887
FI	22.673	13.611	544	6.429	12.672	10.852	132	374	0	774	6	0	0	<b>68.066</b>	17.591
FR	403.695	23.406	4.218	16.202	74.713	1.508	1.421	1.725	0	16.033	4.661	0	409	<b>547.990</b>	11.687
HR	0	2.243	213	1.873	8.069	44	71	0	0	514	11	0	0	<b>13.039</b>	11.260
HU	14.439	5.797	144	5.030	208	1.298	242	123	0	693	25	0	0	<b>28.000</b>	16.635
IE	0	6.885	249	12.046	914	218	178	66	0	4.542	0	0	0	<b>25.097</b>	2.508
IT	0	46.083	16.893	103.464	54.068	7.068	7.078	2.097	5.320	14.812	21.229	0	0	<b>278.112</b>	44.338
LT	0	0	209	1.995	1.053	251	53	17	0	600	45	0	0	<b>4.223</b>	0
LU	0	0	58	1.406	1.145	2	55	36	0	83	74	0	0	<b>3.784</b>	6.852
LV	0	3	2	2.389	2.838	192	257	0	0	119	0	0	0	<b>5.800</b>	5.005
MT	0	0	2.102	0	0	0	6	0	0	0	32	0	0	<b>2.140</b>	0
NL	2.737	26.363	2.820	52.809	114	2.775	938	1.987	0	5.627	516	0	0	<b>98.502</b>	33.252
PL	0	126.795	1.648	4.760	2.971	7.190	626	7	0	5.939	1	0	0	<b>149.937</b>	7.801
PT	0	11.337	1.909	6.922	14.767	2.410	238	274	174	11.897	479	0	0	<b>50.407</b>	8.100
RO	10.672	14.672	485	8.009	15.137	175	43	0	0	4.520	420	0	0	<b>54.134</b>	2.737
SE	63.597	1.326	1.680	825	60.945	9.591	20	1.678	0	9.842	35	0	0	<b>149.539</b>	12.674
SI	5.036	4.313	12	450	4.839	107	125	0	0	4	215	0	0	<b>15.101</b>	7.521
SK	14.624	3.507	451	2.380	4.647	673	212	21	0	6	588	0	0	<b>27.108</b>	10.719
UK	64.134	125.943	4.233	91.271	7.552	10.097	5.662	1.897	0	28.434	2.036	0	6	<b>341.264</b>	17.533
<b>EU</b>	<b>830.950</b>	<b>846.942</b>	<b>76.790</b>	<b>475.018</b>	<b>396.123</b>	<b>80.304</b>	<b>49.461</b>	<b>17.449</b>	<b>5.561</b>	<b>233.426</b>	<b>80.321</b>	<b>4.365</b>	<b>415</b>	<b>3.097.125</b>	<b>349.479</b>

Fuente: Eurostat (2015a)

Tabla II.7. Importaciones eléctricas por Estado miembro en 2008 (TWh)

EM	BE	BG	CZ	DK	DE	EE	IE	EL	ES	FR	HR	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT	PL	PT	RO	SI	SK	FI	SE	UK	NO	SZ	Otros	Total	
AT	-	-	5,34	-	12,76	-	-	-	-	-	-	0,00	-	-	-	-	0,72	-	-	-	-	-	-	0,87	-	-	-	-	-	0,11	-	19,80	
BE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,41	-	-	-	-	-	1,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,16
BG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,10	-	-	-	-	-	-	-	0,00	3,10	
CY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	8,52	
DE	-	-	7,94	9,21	-	-	-	-	-	10,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,83	7,01	0,10	-	-	-	-	2,54	-	-	3,48	-	41,67	
DK	-	-	-	-	1,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,64	-	4,81	-	-	12,82		
EE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	-	-	-	-	1,37		
EL	-	4,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,19	7,58	
ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,31	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	5,88	
FI	-	-	-	-	-	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,82	-	0,16	-	10,88	16,11		
FR	2,04	-	-	-	1,19	-	-	-	1,66	-	-	1,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,92	-	3,80	-	10,75	
HR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,75	12,25
HU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,84	-	-	0,72	-	7,46	-	-	-	-	-	-	3,75	12,77
IE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,75	-	-	-	-	0,75	
IT	-	-	-	-	-	-	-	0,18	-	12,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,36	-	-	-	-	-	-	-	-	24,18	-	43,43	
LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,22	5,65	
LU	1,52	-	-	-	5,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,83	
LV	-	-	-	-	-	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-	2,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,24	4,64	
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
NL	2,98	-	-	-	18,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,09	-	-	24,97	
PL	-	-	0,03	-	5,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-	2,07	-	-	-	1,33	9,03	
PT	-	-	-	-	-	-	-	-	10,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,74	
RO	-	0,04	0,00	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	0,00	0,80	0,92	
SE	-	-	-	1,37	0,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	-	-	-	-	3,09	-	-	7,64	-	-	12,75	
SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,92	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	1,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,23	
SK	-	-	6,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,18	9,41	
UK	-	-	-	-	-	-	0,15	-	-	12,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,29	
<b>EU</b>	<b>6,54</b>	<b>4,67</b>	<b>19,99</b>	<b>10,58</b>	<b>45,60</b>	<b>3,94</b>	<b>0,15</b>	<b>0,18</b>	<b>12,41</b>	<b>47,67</b>	<b>4,92</b>	<b>3,00</b>	<b>- 2,72</b>	<b>2,71</b>	<b>1,63</b>	<b>6,08</b>	<b>- 8,95</b>	<b>10,43</b>	<b>9,63</b>	<b>1,31</b>	<b>3,82</b>	<b>7,82</b>	<b>7,49</b>	<b>3,17</b>	<b>14,06</b>	<b>1,68</b>	<b>15,70</b>	<b>31,56</b>	<b>29,03</b>	<b>-</b>	<b>317,42</b>		

Fuente: Eurostat (2015b)

Tabla II.8. Importaciones eléctricas por Estado miembro en 2009 (TWh)

EM	BE	BG	CZ	DK	DE	EE	IE	EL	ES	FR	HR	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT	PL	PT	RO	SI	SK	FI	SE	UK	NO	SZ	Otros	Total	
AT	-	-	6,86	-	11,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,24	-	-	-	-	-	-	0,47	-	-	-	-	-	0,02	-	19,54	
BE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,83	-	-	-	-	-	1,87	-	-	5,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,49	
BG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,62	-	-	-	-	-	-	-	0,05	2,66	
CY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,49	8,59	
DE	-	-	8,69	6,41	-	-	-	-	-	10,61	-	-	-	-	-	0,00	-	-	3,51	8,36	0,13	-	-	-	-	-	0,97	-	-	3,18	-	41,86	
DK	-	-	-	-	3,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,78	-	3,83	-	-	11,21	
EE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14	-	-	-	-	-	3,03	
EL	-	3,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,87	7,60	
ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,80	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	6,75	
FI	-	-	-	-	-	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,86	-	0,11	-	11,71	15,46	
FR	6,61	-	-	-	1,43	-	-	-	2,34	-	-	0,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,36	-	4,18	-	18,52	
HR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,31	-	-	-	-	-	-	3,57	-	-	-	-	-	-	-	5,01	11,89
HU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	1,39	-	-	0,59	-	6,00	-	-	-	-	-	-	2,98	10,97
IE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,94	-	-	-	0,94	
IT	-	-	-	-	-	-	-	2,19	-	11,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24,98	-	47,07
LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,29	4,78
LU	0,91	-	-	-	5,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,02
LV	-	-	-	-	-	1,14	-	-	-	-	-	-	-	-	3,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	4,26
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NL	3,77	-	-	-	8,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,81	-	-	-	15,45
PL	-	-	0,13	-	5,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-	1,39	-	-	-	0,20	-	7,40
PT	-	-	-	-	-	-	-	-	7,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,60
RO	-	0,04	0,03	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,48	0,65
SE	-	-	-	2,31	1,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25	-	-	-	2,96	-	-	7,11	-	-	-	13,77
SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,19	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	2,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,78
SK	-	-	6,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	8,99
UK	-	-	-	-	-	-	0,09	-	-	6,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,61
<b>EU</b>	<b>11,29</b>	<b>3,45</b>	<b>22,25</b>	<b>8,72</b>	<b>37,72</b>	<b>2,92</b>	<b>0,09</b>	<b>2,19</b>	<b>9,94</b>	<b>34,85</b>	<b>5,20</b>	<b>0,96</b>	<b>-</b>	<b>4,39</b>	<b>3,07</b>	<b>1,87</b>	<b>3,58</b>	<b>-</b>	<b>9,30</b>	<b>13,47</b>	<b>9,82</b>	<b>2,80</b>	<b>3,20</b>	<b>10,81</b>	<b>6,06</b>	<b>3,09</b>	<b>8,00</b>	<b>4,30</b>	<b>13,87</b>	<b>32,43</b>	<b>29,25</b>	<b>298,89</b>	

Fuente: Eurostat (2015b)

Tabla II.9. Importaciones eléctricas por Estado miembro en 2010 (TWh)

EM	BE	BG	CZ	DK	DE	EE	IE	EL	ES	FR	HR	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT	PL	PT	RO	SI	SK	FI	SE	UK	NO	SZ	Otros	Total
AT	-	-	6,53	-	12,09	-	-	-	-	-	-	0,00	-	-	-	-	0,64	-	-	-	-	-	-	0,58	-	-	-	-	-	0,05	-	19,90
BE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,17	-	-	-	-	-	1,85	-	-	7,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,40
BG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,11	-	-	-	-	-	-	-	0,06	1,17
CY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,29	6,64
DE	-	-	9,29	2,98	-	-	-	-	-	15,13	-	-	-	-	-	-	-	-	3,13	7,99	0,17	-	-	-	-	-	1,08	-	3,19	-	42,96	
DK	-	-	-	-	6,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,75	1,45	-	-	10,60	
EE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,26	-	-	-	-	1,10	
EL	-	3,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,00	8,52	
ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,19	-	-	-	-	-	-	-	0,03	5,21	
FI	-	-	-	-	-	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	0,11	-	11,64	15,72		
FR	5,39	-	-	-	0,79	-	-	-	3,50	-	-	0,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,11	5,25	-	19,48	
HR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,06	-	-	-	-	-	-	2,66	-	-	-	-	-	-	6,70	12,42
HU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,01	-	-	1,25	-	4,94	-	-	-	-	2,60	9,90	
IE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,76	-	-	-	0,76	
IT	-	-	-	-	-	-	-	2,31	11,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,33	-	-	-	7,48	-	-	-	-	23,19	-	45,99	
LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,12	8,17	
LU	1,12	-	-	-	6,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,28	
LV	-	-	-	-	-	2,69	-	-	-	-	-	-	-	-	0,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,04	3,97	
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
NL	5,32	-	-	-	8,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,33	-	15,58	
PL	-	-	0,14	-	5,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	0,76	-	-	-	-	6,31	
PT	-	-	-	-	-	-	-	-	5,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,81	
RO	-	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22	0,45	0,77	
SE	-	-	-	4,70	2,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,49	-	-	-	-	4,56	-	2,88	-	-	14,93	
SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,49	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,63	
SK	-	-	5,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-	-	-	1,50	-	-	-	-	-	-	-	-	0,29	7,33	
UK	-	-	-	-	-	0,15	-	-	7,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,14	
<b>EU</b>	<b>11,83</b>	<b>3,48</b>	<b>21,45</b>	<b>7,69</b>	<b>42,00</b>	<b>4,66</b>	<b>0,15</b>	<b>2,31</b>	<b>9,32</b>	<b>38,96</b>	<b>6,59</b>	<b>0,63</b>	<b>-</b>	<b>3,89</b>	<b>0,24</b>	<b>1,85</b>	<b>3,82</b>	<b>-</b>	<b>10,51</b>	<b>12,34</b>	<b>7,51</b>	<b>3,19</b>	<b>2,36</b>	<b>10,73</b>	<b>5,02</b>	<b>4,83</b>	<b>6,59</b>	<b>4,87</b>	<b>5,78</b>	<b>31,89</b>	<b>34,23</b>	<b>298,67</b>

Fuente: Eurostat (2015b)

Tabla II.10. Importaciones eléctricas por Estado miembro en 2011 (TWh)

EM	BE	BG	CZ	DK	DE	EE	IE	EL	ES	FR	HR	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT	PL	PT	RO	SI	SK	FI	SE	UK	NO	SZ	Otros	Total	
AT	-	-	10,05	-	13,71	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	0,70	-	-	-	-	-	-	0,40	-	-	-	-	-	0,10	-	24,97	
BE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,14	-	-	-	-	-	1,53	-	4,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,19
BG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,44	-	-	-	-	-	-	-	0,01	1,45	
CY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CZ	-	-	-	-	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,12	10,46	
DE	-	-	9,41	5,28	-	-	-	-	-	20,32	-	-	-	-	-	-	-	-	3,22	6,89	0,43	-	-	-	-	-	2,05	-	-	3,42	-	51,00	
DK	-	-	-	-	2,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,23	-	3,60	-	-	11,69		
EE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	-	-	-	-	1,69		
EL	-	2,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,08	7,18	
ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,93	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	7,93	
FI	-	-	-	-	-	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,11	-	0,13	-	10,77	17,66		
FR	2,32	-	-	-	0,41	-	-	-	2,46	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,38	-	1,93	-	9,50		
HR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,69	13,99	
HU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	1,63	-	-	0,87	-	8,12	-	-	-	-	-	-	4,04	14,66	
IE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,73	-	-	-	0,73		
IT	-	-	-	-	-	-	-	1,71	-	14,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,07	-	-	-	4,78	-	-	-	-	-	25,62	-	47,52	
LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,35	8,09	
LU	1,32	-	-	-	5,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,10	
LV	-	-	-	-	-	2,63	-	-	-	-	-	-	-	-	0,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,93	4,01	
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
NL	7,01	-	-	-	9,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,70	3,36	-	-	-	20,62	
PL	-	-	0,04	-	5,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-	1,51	-	-	-	0,06	6,78	
PT	-	-	-	-	-	-	-	-	6,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,74	
RO	-	1,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,66	3,41	
SE	-	-	-	2,54	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,28	-	-	-	-	3,04	-	-	6,03	-	-	12,48	
SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,59	0,07	-	-	-	-	-	-	-	2,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,04	
SK	-	-	7,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	3,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,18	11,23	
UK	-	-	-	-	-	0,12	-	-	6,03	-	-	-	-	-	-	-	-	2,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,69	
<b>EU</b>	<b>10,65</b>	<b>4,69</b>	<b>27,50</b>	<b>7,82</b>	<b>38,20</b>	<b>4,28</b>	<b>0,12</b>	<b>1,71</b>	<b>9,20</b>	<b>51,81</b>	<b>4,60</b>	<b>1,35</b>	<b>-</b>	<b>3,92</b>	<b>0,44</b>	<b>1,53</b>	<b>7,76</b>	<b>-</b>	<b>10,27</b>	<b>11,97</b>	<b>11,96</b>	<b>3,93</b>	<b>2,31</b>	<b>8,30</b>	<b>8,14</b>	<b>3,54</b>	<b>13,89</b>	<b>2,81</b>	<b>13,12</b>	<b>31,07</b>	<b>32,90</b>	<b>329,80</b>	

Fuente: Eurostat (2015b)

Tabla II.11. Importaciones eléctricas por Estado miembro en 2012 (TWh)

EM	BE	BG	CZ	DK	DE	EE	IE	EL	ES	FR	HR	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT	PL	PT	RO	SI	SK	FI	SE	UK	NO	SZ	Otros	Total				
AT	-	- 10,31	-	- 12,36	-	-	-	-	-	-	- 0,02	-	-	-	-	- 0,34	-	-	-	-	-	-	-	- 0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	23,26			
BE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,45	-	-	-	-	-	- 1,39	-	-	8,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,85		
BG	-	-	-	-	-	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	2,35			
CY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
CZ	-	-	-	-	1,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,04	11,59		
DE	-	-	8,41	8,83	-	-	-	-	-	- 13,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,74	8,22	0,17	-	-	-	-	2,91	-	-	-	3,77	-	46,27			
DK	-	-	-	-	1,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,10	-	5,46	-	-	-	15,92			
EE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,71			
EL	-	2,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,32	5,95		
ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	7,79		
FI	-	-	-	-	-	0,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,24	-	0,08	-	-	-	4,40	19,09		
FR	2,33	-	-	-	1,05	-	-	-	-	3,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,21		
HR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,46	13,17	
HU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,09	16,97	
IE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,78		
IT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,58	45,41	
LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,23	8,06	
LU	1,04	-	-	-	5,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,69	6,73	
LV	-	-	-	-	-	3,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,29	4,94	
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
NL	3,70	-	-	-	-	22,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,55	32,16
PL	-	-	0,08	-	6,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,05	9,80
PT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,77	10,77
RO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,39	3,90
SE	-	-	-	1,32	0,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13	11,68
SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,60	7,45
SK	-	-	9,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	13,47
UK	-	-	-	-	-	-	0,16	-	-	7,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,03	13,74
<b>EU</b>	<b>7,07</b>	<b>3,63</b>	<b>28,71</b>	<b>10,15</b>	<b>51,11</b>	<b>3,74</b>	<b>0,16</b>	<b>2,54</b>	<b>13,79</b>	<b>45,70</b>	<b>2,74</b>	<b>1,67</b>	<b>- 4,33</b>	<b>0,29</b>	<b>1,39</b>	<b>8,03</b>	<b>- 14,78</b>	<b>16,39</b>	<b>12,56</b>	<b>2,87</b>	<b>2,55</b>	<b>8,37</b>	<b>10,23</b>	<b>1,63</b>	<b>28,92</b>	<b>2,24</b>	<b>21,13</b>	<b>32,60</b>	<b>23,70</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>363,03</b>			

Fuente: Eurostat (2015b)

Tabla II.12. Importaciones eléctricas por Estado miembro en 2013 (TWh)

EM	BE	BG	CZ	DK	DE	EE	IE	EL	ES	FR	HR	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT	PL	PT	RO	SI	SK	FI	SE	UK	NO	SZ	Otros	Total	
AT	-	-	10,51	-	12,38	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	1,01	-	-	-	-	-	-	0,78	-	-	-	-	-	0,25	-	24,96	
BE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,78	-	-	-	-	-	0,70	-	-	7,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,24
BG	-	-	-	-	-	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,91	-	-	-	-	-	-	-	0,44	3,35	
CY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CZ	-	-	-	-	0,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,96	10,57
DE	-	-	9,40	8,83	-	-	-	-	-	11,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,27	8,84	0,54	-	-	-	-	2,91	-	-	3,77	8,56	54,74	
DK	-	-	-	-	5,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,19	-	2,55	-	-	-	11,46	
EE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,38	-	-	-	-	-	2,71	
EL	-	2,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,53	5,79	
ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	9,89
FI	-	-	-	-	-	0,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,37	-	0,05	-	-	4,71	17,59	
FR	2,43	-	-	-	1,20	-	-	-	3,17	-	-	0,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,55	-	3,46	-	11,69	
HR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,91	-	-	-	-	-	-	2,59	-	-	-	-	-	-	-	5,76	11,26
HU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,42	-	-	-	-	-	-	-	-	1,38	-	-	0,76	-	8,30	-	-	-	-	-	-	5,79	16,64
IE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,51	-	-	-	-	2,51	
IT	-	-	-	-	-	-	-	1,64	-	12,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,51	-	-	-	5,32	-	-	-	-	-	23,34	-	44,34	
LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,45	8,07	
LU	0,94	-	-	-	5,62	-	-	-	-	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,85	
LV	-	-	-	-	-	3,54	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,38	5,01	
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
NL	4,39	-	-	-	24,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14	4,17	-	-	33,25	
PL	-	-	0,18	-	5,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12	-	1,02	-	-	-	1,03	7,80	
PT	-	-	-	-	-	-	-	-	8,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,10	
RO	-	0,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,82	2,74	
SE	-	-	-	3,81	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,76	-	-	-	-	0,20	-	-	6,90	-	-	12,67	
SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,21	0,13	-	-	-	-	-	-	-	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,52	
SK	-	-	7,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	3,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,17	10,72	
UK	-	-	-	-	-	-	0,22	-	-	10,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,53	
<b>EU</b>	<b>7,76</b>	<b>3,86</b>	<b>27,46</b>	<b>3,81</b>	<b>56,87</b>	<b>3,99</b>	<b>0,22</b>	<b>1,64</b>	<b>11,27</b>	<b>48,99</b>	<b>5,63</b>	<b>1,33</b>	<b>- 3,96</b>	<b>0,09</b>	<b>0,70</b>	<b>4,97</b>	<b>- 14,52</b>	<b>13,91</b>	<b>12,12</b>	<b>4,95</b>	<b>3,67</b>	<b>8,69</b>	<b>8,42</b>	<b>2,58</b>	<b>16,58</b>	<b>3,20</b>	<b>13,68</b>	<b>27,06</b>	<b>37,59</b>	<b>349,48</b>			

Fuente: Eurostat (2015b)

## **Anexo III**

---

# AHORRO DE COMBUSTIBLES FÓSILES E IMPORTACIONES POR ESTADO MIEMBRO

---

## **III AHORRO DE COMBUSTIBLES FÓSILES E IMPORTACIONES POR ESTADO MIEMBRO**

Tabla III.1. Ahorro energético por Estado miembro (TWh). Energía eólica (2008-2013). ....	221
Tabla III.2. Ahorro energético por Estado miembro (TWh). Energía fotovoltaica (2008-2013)...	222
Tabla III.3. Impacto económico por el ahorro de combustibles fósiles en cada Estado miembro (millones de euros). Energía eólica (2008-2013).....	223
Tabla III.4. Impacto económico por el ahorro de combustibles fósiles en cada Estado miembro (millones de euros). Energía solar fotovoltaica (2008-2013).....	224
Tabla III. 5. Impacto económico por la reducción de importaciones en cada Estado miembro (millones de euros). Energía eólica (2008-2013).....	225
Tabla III. 6. Impacto económico por la reducción de importaciones en cada Estado miembro (millones de euros). Energía solar fotovoltaica (2008-2013).....	226

Tabla III.1. Ahorro energético por Estado miembro (TWh). Energía eólica (2008-2013).

EM	2008			2009			2010			2011			2012			2013		
	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3
AT	3,80	3,29	3,54	3,59	3,10	3,35	3,81	3,31	3,56	3,53	3,06	3,30	4,43	3,83	4,13	5,60	4,83	5,21
BE	1,49	1,33	1,41	2,37	2,13	2,25	3,07	2,74	2,90	5,44	4,86	5,15	6,30	5,61	5,95	8,31	7,41	7,86
BG	0,29	0,26	0,28	0,57	0,51	0,54	1,62	1,45	1,53	2,08	1,86	1,97	2,90	2,59	2,74	3,18	2,84	3,01
CY	-	-	-	-	-	-	0,07	0,07	0,07	0,26	0,26	0,26	0,43	0,43	0,43	0,53	0,53	0,53
CZ	0,59	0,53	0,56	0,69	0,62	0,66	0,81	0,73	0,77	0,94	0,84	0,89	0,99	0,88	0,93	1,13	1,01	1,07
DE	94,38	84,16	89,27	89,63	79,90	84,76	87,51	78,00	82,75	110,99	98,68	104,83	114,71	101,96	108,33	116,48	103,46	109,97
DK	14,66	12,91	13,78	14,34	12,64	13,49	16,74	14,77	15,76	20,32	17,85	19,08	20,65	18,06	19,36	22,91	20,11	21,51
EE	0,31	0,27	0,29	0,43	0,38	0,41	0,65	0,58	0,62	0,85	0,76	0,80	0,98	0,87	0,93	1,20	1,06	1,13
EL	4,96	4,39	4,67	5,56	4,92	5,24	5,85	5,16	5,51	7,22	6,38	6,80	6,88	6,08	6,48	8,79	7,75	8,27
ES	71,45	63,33	67,39	81,32	71,93	76,63	93,48	82,58	88,03	91,76	81,19	86,47	107,06	94,87	100,97	114,57	101,20	107,89
FI	0,59	0,52	0,56	0,63	0,56	0,60	0,67	0,60	0,64	1,09	0,96	1,02	1,09	0,97	1,03	1,75	1,55	1,65
FR	14,41	12,97	13,69	19,90	17,90	18,90	24,92	22,41	23,66	31,13	28,04	29,59	37,77	33,97	35,87	39,98	35,94	37,96
HR	0,07	0,06	0,07	0,10	0,09	0,09	0,25	0,22	0,24	0,37	0,32	0,34	0,60	0,52	0,56	0,93	0,80	0,87
HU	0,45	0,40	0,43	0,74	0,66	0,70	1,21	1,08	1,14	1,36	1,21	1,29	1,65	1,46	1,55	1,54	1,36	1,45
IE	5,22	4,61	4,92	6,33	5,58	5,95	6,06	5,34	5,70	9,32	8,21	8,77	8,59	7,58	8,08	9,54	8,39	8,97
IT	10,15	8,93	9,54	13,41	11,77	12,59	18,71	16,42	17,56	20,16	17,70	18,93	27,43	24,06	25,75	30,11	26,37	28,24
LT	0,30	0,27	0,28	0,36	0,33	0,34	0,41	0,35	0,38	0,86	0,74	0,80	0,98	0,84	0,91	1,22	1,06	1,14
LU	0,11	0,10	0,10	0,12	0,10	0,11	0,10	0,09	0,09	0,12	0,10	0,11	0,14	0,12	0,13	0,14	0,12	0,13
LV	0,11	0,09	0,10	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,13	0,11	0,12	0,20	0,17	0,19	0,22	0,19	0,20
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NL	9,19	8,11	8,65	10,05	8,90	9,48	8,78	7,77	8,27	11,07	9,78	10,42	10,63	9,37	10,00	11,84	10,42	11,13
PL	1,97	1,76	1,86	2,54	2,27	2,41	3,94	3,52	3,73	7,51	6,70	7,11	11,03	9,84	10,43	13,90	12,41	13,15
PT	11,76	10,31	11,04	15,53	13,62	14,58	18,09	15,79	16,94	18,36	16,06	17,21	20,57	18,01	19,29	23,42	20,42	21,92
RO	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,67	0,59	0,63	3,06	2,71	2,88	5,82	5,15	5,49	9,72	8,58	9,15
SE	4,38	3,87	4,13	5,37	4,74	5,06	7,63	6,75	7,19	13,20	11,67	12,44	15,40	13,59	14,50	21,59	19,10	20,35
SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,01	0,01
SK	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
UK	16,31	14,51	15,41	21,46	19,12	20,29	23,47	20,90	22,18	35,70	31,80	33,75	45,67	40,70	43,19	65,52	58,34	61,93
<b>EU</b>	<b>266,96</b>	<b>237,02</b>	<b>251,99</b>	<b>295,18</b>	<b>261,88</b>	<b>278,53</b>	<b>328,62</b>	<b>291,30</b>	<b>309,96</b>	<b>396,83</b>	<b>351,86</b>	<b>374,35</b>	<b>452,92</b>	<b>401,56</b>	<b>427,24</b>	<b>514,16</b>	<b>455,27</b>	<b>484,71</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.2. Ahorro energético por Estado miembro (TWh). Energía fotovoltaica (2008-2013).

EM	2008			2009			2010			2011			2012			2013		
	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3
AT	0,06	0,05	0,05	0,09	0,08	0,08	0,17	0,14	0,15	0,32	0,28	0,30	0,61	0,52	0,57	1,03	0,89	0,96
BE	0,10	0,09	0,09	0,40	0,36	0,38	1,33	1,19	1,26	2,78	2,49	2,63	4,94	4,41	4,68	6,08	5,42	5,75
BG	-	-	-	0,01	0,01	0,01	0,04	0,03	0,03	0,24	0,22	0,23	1,93	1,72	1,83	3,15	2,81	2,98
CY	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05	0,11	0,11	0,11
CZ	0,03	0,03	0,03	0,21	0,19	0,20	1,48	1,33	1,40	5,17	4,62	4,89	5,06	4,53	4,79	4,80	4,29	4,54
DE	10,31	9,20	9,75	15,32	13,65	14,48	27,24	24,28	25,76	44,63	39,68	42,16	59,90	53,24	56,57	70,07	62,24	66,15
DK	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,21	0,18	0,20	1,07	0,94	1,00
EE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL	0,01	0,01	0,01	0,11	0,10	0,10	0,34	0,30	0,32	1,33	1,17	1,25	3,29	2,91	3,10	7,75	6,83	7,29
ES	5,63	4,99	5,31	12,97	11,47	12,22	13,77	12,17	12,97	16,00	14,15	15,07	17,65	15,64	16,65	17,73	15,66	16,70
FI	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
FR	0,11	0,10	0,10	0,44	0,39	0,42	1,55	1,40	1,48	5,29	4,77	5,03	10,08	9,07	9,58	11,62	10,45	11,04
HR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02
HU	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,06	0,05	0,05
IE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IT	0,40	0,36	0,38	1,40	1,23	1,31	3,87	3,40	3,64	22,01	19,31	20,66	38,34	33,64	35,99	43,16	37,80	40,48
LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,09	0,08	0,09
LU	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,13	0,11	0,12
LV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,01	0,01	0,04	0,04	0,04	0,07	0,07	0,07
NL	0,08	0,07	0,08	0,10	0,09	0,10	0,13	0,12	0,12	0,22	0,19	0,21	0,54	0,48	0,51	1,09	0,96	1,02
PL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PT	0,08	0,07	0,07	0,33	0,29	0,31	0,42	0,37	0,39	0,56	0,49	0,53	0,79	0,70	0,74	0,94	0,82	0,88
RO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,90	0,80	0,85
SE	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,08	0,07	0,07
SI	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,03	0,14	0,12	0,13	0,34	0,30	0,32	0,45	0,39	0,42
SK	-	-	-	-	-	-	0,04	0,03	0,04	0,88	0,78	0,83	0,93	0,82	0,88	1,31	1,16	1,23
UK	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04	0,09	0,08	0,09	0,56	0,50	0,53	3,14	2,80	2,97	4,69	4,18	4,43
<b>EU</b>	<b>16,92</b>	<b>15,05</b>	<b>15,99</b>	<b>31,51</b>	<b>27,98</b>	<b>29,74</b>	<b>50,61</b>	<b>44,95</b>	<b>47,78</b>	<b>100,29</b>	<b>88,92</b>	<b>94,60</b>	<b>148,02</b>	<b>131,18</b>	<b>139,60</b>	<b>176,41</b>	<b>156,14</b>	<b>166,27</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.3. Impacto económico por el ahorro de combustibles fósiles en cada Estado miembro (millones de euros). Energía eólica (2008-2013).

EM	2008			2009			2010			2011			2012			2013		
	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3
AT	69,8	70,3	70,4	41,7	52,2	47,6	56,1	58,8	57,9	67,1	69,7	68,8	68,6	86,8	78,8	75,6	101,1	89,8
BE	23,6	25,0	24,4	21,6	30,4	26,3	35,8	40,4	38,3	76,1	86,5	81,9	83,8	115,1	100,7	96,2	140,8	120,2
BG	4,9	5,1	5,0	4,9	7,0	6,0	18,5	20,9	19,8	30,3	34,2	32,4	35,2	50,1	43,2	33,4	50,9	42,8
CY	-	-	-	-	-	-	2,6	2,6	2,6	12,8	12,8	12,8	22,4	22,4	22,4	26,0	26,0	26,0
CZ	10,2	10,7	10,5	6,3	8,8	7,6	9,8	11,0	10,4	14,3	16,0	15,3	12,2	17,3	15,0	11,9	18,2	15,3
DE	1.669,1	1.739,8	1.712,1	871,0	1.192,0	1.044,2	1.116,6	1.234,8	1.183,0	1.808,6	1.982,4	1.907,1	1.599,3	2.156,2	1.900,7	1.418,5	2.029,2	1.748,0
DK	308,8	310,5	310,9	178,7	223,3	203,2	263,5	277,9	272,2	384,1	405,2	397,0	329,0	417,9	378,1	318,2	428,7	378,7
EE	6,6	6,7	6,7	5,2	6,6	6,0	9,7	10,4	10,1	15,7	16,9	16,4	15,0	19,6	17,5	16,7	22,8	20,0
EL	115,7	115,6	116,0	72,5	89,8	82,0	98,9	103,2	101,5	152,2	158,7	156,2	128,8	157,7	144,7	142,3	183,0	164,6
ES	1.343,5	1.380,0	1.367,8	898,6	1.168,9	1.046,0	1.186,9	1.302,1	1.252,9	1.481,9	1.619,2	1.560,6	1.541,8	2.050,0	1.817,8	1.393,0	1.982,9	1.712,8
FI	9,2	9,8	9,5	5,8	8,1	7,1	8,2	9,2	8,8	16,0	17,9	17,0	12,9	18,4	15,9	18,8	28,2	23,9
FR	168,6	190,5	180,6	124,3	204,9	167,2	210,4	258,0	236,1	317,7	392,6	358,1	330,6	542,1	443,2	294,3	531,7	420,6
HR	1,8	1,8	1,8	1,7	1,9	1,8	5,1	5,1	5,1	9,8	9,7	9,8	14,3	16,0	15,3	17,1	20,7	19,2
HU	8,2	8,5	8,4	7,8	10,4	9,2	15,7	17,3	16,6	23,1	25,1	24,2	25,3	32,9	29,5	19,7	27,6	24,0
IE	119,0	118,9	119,4	87,5	106,2	97,8	99,6	104,4	102,5	183,9	193,2	189,6	156,6	192,8	176,5	161,3	204,3	184,9
IT	235,2	233,5	235,2	193,6	231,2	214,5	321,3	332,5	328,7	425,1	440,1	434,9	533,5	641,4	593,5	505,3	638,6	578,9
LT	4,5	4,8	4,7	3,3	4,6	4,0	10,0	9,7	9,9	23,5	23,0	23,4	22,8	25,8	24,5	28,6	32,9	31,0
LU	2,9	2,8	2,8	2,2	2,4	2,4	2,3	2,2	2,2	3,2	3,1	3,2	3,4	3,8	3,6	3,2	3,6	3,5
LV	2,4	2,3	2,3	1,4	1,6	1,5	1,7	1,7	1,7	2,8	2,9	2,9	3,9	4,6	4,3	4,2	5,0	4,6
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NL	204,6	204,9	205,6	136,7	167,2	153,5	143,7	151,1	148,2	227,3	238,0	233,9	203,3	246,8	227,3	207,4	260,0	236,4
PL	41,5	42,3	42,1	27,7	36,6	32,5	57,8	62,4	60,4	137,3	148,0	143,4	167,2	220,0	195,7	180,7	253,5	219,9
PT	256,0	255,4	256,8	194,8	241,8	220,8	262,5	277,7	271,8	344,2	362,0	355,3	358,9	443,9	406,0	320,7	431,3	381,6
RO	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	7,8	8,7	8,3	48,2	52,9	50,9	79,7	107,7	94,9	110,5	161,3	138,0
SE	51,5	57,1	54,7	35,2	55,8	46,3	70,9	83,4	77,8	142,3	170,0	157,6	132,3	214,7	176,7	165,0	288,1	231,2
SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2	0,1
SK	0,2	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2
UK	330,3	337,2	335,1	243,5	316,3	282,9	332,9	360,6	348,7	610,8	664,6	641,4	674,3	894,3	793,3	842,1	1.183,5	1.026,1
<b>EU</b>	<b>4.988,3</b>	<b>5.133,8</b>	<b>5.083,4</b>	<b>3.166,5</b>	<b>4.168,4</b>	<b>3.710,7</b>	<b>4.348,3</b>	<b>4.746,2</b>	<b>4.575,9</b>	<b>6.558,3</b>	<b>7.144,6</b>	<b>6.894,1</b>	<b>6.555,3</b>	<b>8.698,7</b>	<b>7.719,5</b>	<b>6.411,1</b>	<b>9.054,4</b>	<b>7.842,2</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.4. Impacto económico por el ahorro de combustibles fósiles en cada Estado miembro (millones de euros). Energía solar fotovoltaica (2008-2013).

EM	2008			2009			2010			2011			2012			2013		
	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3
AT	1,0	1,0	1,1	1,0	1,3	1,2	2,4	2,5	2,5	6,0	6,3	6,2	9,4	11,9	10,8	14,0	18,7	16,6
BE	1,6	1,7	1,6	3,6	5,1	4,4	15,6	17,6	16,7	38,9	44,2	41,9	65,8	90,4	79,1	70,3	103,0	87,9
BG	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,4	0,5	0,4	3,6	4,0	3,8	23,5	33,4	28,8	33,1	50,4	42,4
CY	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	1,3	1,3	1,3	2,7	2,7	2,7	5,3	5,3	5,3
CZ	0,5	0,6	0,6	1,9	2,7	2,4	17,8	20,1	19,1	78,8	87,9	83,9	62,9	88,9	76,9	50,4	76,9	64,6
DE	182,4	190,1	187,1	148,8	203,7	178,4	347,6	384,4	368,2	727,3	797,2	766,9	835,1	1.125,9	992,6	853,3	1.220,6	1.051,5
DK	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,6	0,6	0,6	3,3	4,2	3,8	14,8	20,0	17,6
EE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL	0,3	0,3	0,3	1,4	1,8	1,6	5,8	6,0	5,9	28,0	29,2	28,8	61,5	75,3	69,1	125,5	161,3	145,1
ES	105,8	108,7	107,8	143,3	186,4	166,8	174,9	191,8	184,6	258,3	282,3	272,1	254,2	338,0	299,7	215,6	306,9	265,1
FI	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2
FR	1,2	1,4	1,3	2,7	4,5	3,7	13,1	16,1	14,7	54,0	66,7	60,9	88,2	144,7	118,3	85,6	154,6	122,3
HR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,4	0,4	0,4
HU	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4	0,3	0,7	1,0	0,9
IE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IT	9,4	9,3	9,4	20,2	24,1	22,4	66,5	68,9	68,1	463,9	480,4	474,7	745,7	896,6	829,6	724,2	915,3	829,7
LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	2,1	2,5	2,3
LU	0,9	0,9	0,9	0,7	0,8	0,7	0,9	0,8	0,9	1,3	1,3	1,3	1,7	1,9	1,8	2,8	3,2	3,1
LV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,3	0,3	2,1	2,1	2,1	3,7	3,7	3,7
NL	1,8	1,8	1,8	1,4	1,7	1,5	2,2	2,3	2,2	4,5	4,7	4,6	10,4	12,6	11,6	19,0	23,8	21,7
PL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PT	1,7	1,7	1,7	4,1	5,1	4,7	6,1	6,4	6,3	10,6	11,1	10,9	13,9	17,1	15,7	12,9	17,4	15,4
RO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,3	10,3	15,0	12,8
SE	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,6	0,5	0,6	1,0	0,8
SI	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,4	0,4	0,4	2,3	2,5	2,4	5,0	6,6	5,9	5,9	8,1	7,1
SK	-	-	-	-	-	-	0,4	0,5	0,5	13,5	15,0	14,3	12,3	16,8	14,8	14,2	21,2	18,0
UK	0,8	0,8	0,8	0,5	0,7	0,6	1,3	1,4	1,4	9,6	10,5	10,1	46,3	61,5	54,5	60,3	84,7	73,5
<b>EU</b>	<b>308,2</b>	<b>319,1</b>	<b>315,0</b>	<b>330,6</b>	<b>438,8</b>	<b>389,3</b>	<b>656,4</b>	<b>720,8</b>	<b>693,0</b>	<b>1.703,5</b>	<b>1.846,1</b>	<b>1.785,6</b>	<b>2.245,3</b>	<b>2.932,2</b>	<b>2.619,1</b>	<b>2.325,1</b>	<b>3.215,3</b>	<b>2.807,9</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla III. 5. Impacto económico por la reducción de importaciones en cada Estado miembro (millones de euros). Energía eólica (2008-2013).

EM	2008			2009			2010			2011			2012			2013		
	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3
AT	68,5	63,6	66,2	39,9	46,5	43,6	53,6	47,9	50,8	63,1	69,1	66,7	67,0	77,7	73,1	70,8	82,5	77,5
BE	23,6	25,0	24,4	19,2	30,0	25,0	35,1	39,9	37,8	76,1	86,5	81,9	80,7	113,6	98,4	93,4	140,7	118,8
BG	2,3	4,2	3,3	1,7	6,0	4,0	5,4	16,1	11,1	8,5	24,2	16,8	10,0	36,6	24,1	8,9	41,7	26,3
CY	-	-	-	-	-	-	2,6	2,6	2,6	12,3	12,3	12,3	22,4	22,4	22,4	26,0	26,0	26,0
CZ	0,6	7,6	4,3	0,6	7,1	4,1	0,7	7,0	4,1	1,3	12,1	7,0	1,3	12,7	7,3	1,3	15,2	8,7
DE	757,3	1.272,2	1.032,9	414,2	939,5	694,2	547,9	917,2	745,6	917,9	1.550,3	1.257,0	807,4	1.698,8	1.283,8	780,5	1.649,0	1.244,8
DK	265,0	97,3	176,5	145,4	62,3	101,7	170,9	75,9	120,9	332,7	128,7	225,0	266,4	105,3	181,2	256,0	107,0	177,4
EE	0,5	4,1	2,4	1,1	5,0	3,2	0,8	6,8	4,0	1,4	11,0	6,5	1,9	14,5	8,6	2,5	17,0	10,2
EL	38,6	91,3	66,8	26,1	74,2	51,8	34,6	82,2	60,2	50,7	125,8	90,9	49,3	132,4	93,8	56,9	156,1	110,1
ES	1.158,0	1.354,4	1.266,7	818,2	1.146,8	996,3	1.071,7	1.284,7	1.189,4	1.181,7	1.578,1	1.397,3	1.299,2	1.978,4	1.665,4	1.125,2	1.920,9	1.553,7
FI	7,2	9,5	8,4	4,8	8,0	6,5	5,6	8,7	7,3	13,2	17,4	15,5	8,9	18,0	13,7	14,2	27,6	21,4
FR	168,4	186,4	178,4	115,1	204,5	162,6	209,7	241,1	226,9	314,5	392,4	356,5	315,3	524,0	426,3	276,3	518,0	404,8
HR	1,7	0,9	1,3	1,5	0,9	1,2	4,8	2,9	3,8	9,1	5,7	7,3	12,6	10,2	11,4	16,0	12,1	14,0
HU	5,1	7,3	6,3	4,7	8,9	7,0	9,2	13,7	11,6	12,9	17,6	15,5	15,1	25,1	20,5	11,0	20,8	16,2
IE	93,9	107,5	101,5	69,8	98,0	85,1	68,4	94,8	82,8	147,2	179,5	165,0	114,7	176,2	147,9	136,1	192,3	166,7
IT	226,5	214,1	220,8	182,2	208,7	197,2	310,4	306,8	309,8	400,9	402,7	403,6	502,9	585,8	549,4	472,9	573,2	528,6
LT	4,5	4,7	4,6	2,8	4,6	3,8	9,7	9,7	9,8	23,5	23,0	23,3	22,0	25,7	24,1	28,5	32,9	31,0
LU	2,9	2,8	2,8	2,2	2,4	2,4	2,3	2,2	2,2	3,2	3,1	3,2	3,4	3,8	3,6	3,2	3,6	3,4
LV	2,2	2,0	2,1	1,3	1,6	1,4	1,6	1,3	1,4	2,8	2,9	2,9	3,9	4,6	4,3	4,0	5,0	4,6
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NL	145,5	43,0	91,4	82,6	25,8	52,7	95,1	27,4	59,4	154,6	47,0	97,8	120,6	47,2	81,9	137,2	53,5	93,1
PL	2,1	19,1	11,1	2,1	18,0	10,5	3,6	28,5	16,8	8,2	72,6	42,4	13,1	118,2	68,9	12,9	139,3	80,0
PT	242,1	252,7	248,8	194,7	241,6	220,6	259,1	276,7	269,8	338,4	361,0	352,1	358,5	442,8	405,2	310,8	428,8	375,6
RO	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	1,5	1,6	1,6	9,4	12,6	11,1	18,3	26,0	22,5	24,7	25,5	25,2
SE	48,4	55,6	52,4	26,6	54,8	41,7	70,7	82,4	77,2	135,4	168,7	153,7	106,4	212,5	163,4	140,3	285,6	218,2
SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1
SK	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2
UK	202,5	116,4	157,5	146,8	115,2	130,5	159,5	144,5	152,1	359,8	316,6	338,1	435,3	457,6	448,6	624,4	653,3	641,8
<b>EU</b>	<b>2.416,5</b>	<b>3.001,7</b>	<b>2.736,1</b>	<b>1.538,8</b>	<b>2.539,2</b>	<b>2.076,3</b>	<b>2.060,6</b>	<b>2.864,9</b>	<b>2.496,0</b>	<b>3.203,2</b>	<b>4.556,4</b>	<b>3.934,7</b>	<b>3.267,7</b>	<b>5.514,5</b>	<b>4.474,8</b>	<b>3.296,5</b>	<b>5.749,3</b>	<b>4.614,4</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla III. 6. Impacto económico por la reducción de importaciones en cada Estado miembro (millones de euros). Energía solar fotovoltaica (2008-2013).

EM	2008			2009			2010			2011			2012			2013		
	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3
AT	1,0	0,9	1,0	1,0	1,2	1,1	2,3	2,1	2,2	5,7	6,2	6,0	9,2	10,6	10,0	13,1	15,2	14,3
BE	1,6	1,7	1,6	3,2	5,0	4,2	15,3	17,4	16,5	38,9	44,2	41,9	63,4	89,2	77,3	68,3	102,9	86,9
BG	-	-	-	0,0	0,1	0,1	0,1	0,4	0,2	1,0	2,8	2,0	6,7	24,4	16,1	8,9	41,3	26,1
CY	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	1,3	1,3	1,3	2,7	2,7	2,7	5,3	5,3	5,3
CZ	0,0	0,4	0,2	0,2	2,2	1,3	1,3	12,9	7,4	7,4	66,4	38,7	6,5	65,2	37,6	5,4	64,4	36,7
DE	82,7	139,0	112,9	70,8	160,5	118,6	170,5	285,5	232,1	369,1	623,5	505,5	421,6	887,1	670,4	469,5	991,9	748,8
DK	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,2	0,3	2,7	1,1	1,8	11,9	5,0	8,3
EE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL	0,1	0,2	0,1	0,5	1,5	1,0	2,0	4,8	3,5	9,3	23,2	16,7	23,6	63,2	44,8	50,2	137,6	97,0
ES	91,2	106,7	99,8	130,5	182,9	158,9	157,9	189,3	175,2	206,0	275,1	243,6	214,2	326,2	274,6	174,1	297,3	240,4
FI	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
FR	1,2	1,4	1,3	2,5	4,5	3,6	13,1	15,0	14,1	53,5	66,7	60,6	84,2	139,9	113,8	80,3	150,6	117,7
HR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3
HU	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,2	0,4	0,7	0,6
IE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IT	9,0	8,5	8,8	19,0	21,8	20,6	64,3	63,5	64,2	437,5	439,5	440,5	702,9	818,8	767,9	677,7	821,5	757,7
LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	2,1	2,5	2,3
LU	0,9	0,9	0,9	0,7	0,8	0,7	0,9	0,8	0,9	1,3	1,3	1,3	1,7	1,9	1,8	2,8	3,2	3,1
LV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,3	0,3	2,1	2,1	2,1	3,7	3,7	3,7
NL	1,3	0,4	0,8	0,8	0,3	0,5	1,4	0,4	0,9	3,1	0,9	1,9	6,1	2,4	4,2	12,6	4,9	8,5
PL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PT	1,6	1,7	1,7	4,1	5,1	4,7	6,0	6,4	6,3	10,4	11,1	10,8	13,8	17,1	15,6	12,5	17,3	15,1
RO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	2,3	2,4	2,3
SE	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,6	0,4	0,5	1,0	0,8
SI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,4	0,3	0,9	2,2	1,6	2,5	6,1	4,4	2,9	7,5	5,4
SK	-	-	-	-	-	-	0,4	0,5	0,4	11,8	14,8	13,4	11,4	15,4	13,6	12,3	20,2	16,5
UK	0,5	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,6	0,6	0,6	5,7	5,0	5,3	29,9	31,4	30,8	44,7	46,8	46,0
<b>EU</b>	<b>153,2</b>	<b>190,6</b>	<b>173,6</b>	<b>164,3</b>	<b>271,2</b>	<b>221,7</b>	<b>317,3</b>	<b>442,1</b>	<b>384,7</b>	<b>809,5</b>	<b>1.151,5</b>	<b>994,4</b>	<b>1.067,9</b>	<b>1.801,5</b>	<b>1.462,1</b>	<b>1.131,0</b>	<b>1.971,7</b>	<b>1.582,9</b>

Fuente: Elaboración propia

## **Anexo IV**

---

# REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub> Y AHORRO ASOCIADO POR ESTADO MIEMBRO

---

# **IV REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub> Y AHORRO ASOCIADO POR ESTADO MIEMBRO**

Tabla IV.1. Reducción de emisiones por Estado miembro (MtCO <sub>2</sub> ). Energía eólica (2008-2013).	229
Tabla IV.2. Reducción de emisiones por Estado miembro (MtCO <sub>2</sub> ). Energía solar fotovoltaica (2008-2013).	230
Tabla IV.3. Impacto económico por la reducción de emisiones por Estado miembro (millones de euros). Energía eólica (2008-2013).	231
Tabla IV.4. Impacto económico por la reducción de emisiones por Estado miembro (millones de euros). Energía solar fotovoltaica (2008-2013).	232

Tabla IV.1. Reducción de emisiones por Estado miembro (MtCO<sub>2</sub>). Energía eólica (2008-2013).

EM	2008			2009			2010			2011			2012			2013		
	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3
AT	1,0	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7	1,0	0,5	0,8	0,9	0,5	0,7	1,1	0,6	0,9	1,4	0,7	1,1
BE	0,3	0,2	0,2	0,5	0,3	0,4	0,7	0,4	0,5	1,1	0,6	0,9	1,3	0,7	1,0	1,7	0,9	1,3
BG	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,3	0,3	0,6	0,4	0,5	0,8	0,5	0,6	0,8	0,5	0,7
CY	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,02	0,1	0,1	0,07	0,1	0,1	0,12	0,1	0,1	0,14
CZ	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
DE	25,4	16,1	20,7	24,0	15,2	19,6	23,5	14,8	19,1	30,4	19,2	24,8	31,7	20,0	25,8	32,2	20,3	26,2
DK	4,2	2,6	3,4	4,1	2,6	3,4	4,7	2,9	3,8	5,6	3,4	4,5	5,5	3,2	4,3	6,3	3,8	5,0
EE	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3
EL	1,6	1,0	1,3	1,8	1,2	1,5	1,8	1,2	1,5	2,3	1,5	1,9	2,2	1,4	1,8	2,7	1,7	2,2
ES	18,6	11,2	14,9	20,9	12,4	16,6	23,1	13,1	18,1	23,2	13,6	18,4	27,1	16,0	21,5	28,3	16,1	22,2
FI	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,4	0,2	0,3
FR	2,6	1,3	1,9	3,6	1,7	2,7	4,5	2,2	3,3	5,5	2,6	4,0	6,8	3,3	5,0	7,2	3,5	5,3
HR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2
HU	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3
IE	1,6	1,0	1,3	1,9	1,2	1,5	1,8	1,1	1,5	2,7	1,7	2,2	2,6	1,6	2,1	2,8	1,7	2,3
IT	2,9	1,8	2,3	3,8	2,3	3,0	5,3	3,2	4,2	5,7	3,4	4,5	7,7	4,6	6,2	8,3	4,9	6,6
LT	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2
LU	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NL	2,6	1,6	2,1	2,8	1,8	2,3	2,5	1,5	2,0	3,1	1,9	2,5	2,9	1,8	2,4	3,3	2,0	2,7
PL	0,7	0,5	0,6	0,8	0,6	0,7	1,3	0,9	1,1	2,5	1,8	2,1	3,6	2,5	3,1	4,6	3,2	3,9
PT	3,3	2,0	2,7	4,4	2,7	3,5	4,9	2,8	3,8	5,1	3,0	4,0	5,7	3,4	4,6	6,4	3,6	5,0
RO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,8	0,5	0,7	1,6	1,0	1,3	2,5	1,5	2,0
SE	0,9	0,4	0,6	1,1	0,5	0,8	1,5	0,7	1,1	2,6	1,2	1,9	3,1	1,4	2,3	4,2	2,0	3,1
SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0
SK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
UK	4,6	3,0	3,8	5,8	3,7	4,8	6,4	4,1	5,3	9,7	6,1	7,9	12,6	8,0	10,3	17,7	11,1	14,4
<b>EU</b>	<b>70,9</b>	<b>43,5</b>	<b>57,2</b>	<b>77,4</b>	<b>47,0</b>	<b>62,2</b>	<b>84,6</b>	<b>50,5</b>	<b>67,6</b>	<b>103,3</b>	<b>62,2</b>	<b>82,8</b>	<b>118,0</b>	<b>71,1</b>	<b>94,5</b>	<b>132,7</b>	<b>78,9</b>	<b>105,8</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla IV.2. Reducción de emisiones por Estado miembro (MtCO<sub>2</sub>). Energía solar fotovoltaica (2008-2013).

EM	2008			2009			2010			2011			2012			2013		
	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3
AT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2
BE	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,2	0,2	0,6	0,3	0,4	1,1	0,6	0,8	1,3	0,7	1,0
BG	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,5	0,3	0,4	0,8	0,5	0,7
CY	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CZ	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,3	0,3	1,4	0,9	1,1	1,3	0,8	1,1	1,2	0,8	1,0
DE	2,8	1,8	2,3	4,1	2,6	3,3	7,3	4,6	6,0	12,2	7,7	10,0	16,5	10,4	13,5	19,4	12,2	15,8
DK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,2	0,2
EE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,4	0,3	0,3	1,0	0,7	0,9	2,4	1,5	2,0
ES	1,5	0,9	1,2	3,3	2,0	2,7	3,4	1,9	2,7	4,1	2,4	3,2	4,5	2,6	3,6	4,4	2,5	3,4
FI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
FR	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,1	0,2	0,9	0,4	0,7	1,8	0,9	1,3	2,1	1,0	1,5
HR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HU	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
IE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IT	0,1	0,1	0,1	0,4	0,2	0,3	1,1	0,7	0,9	6,2	3,7	5,0	10,8	6,5	8,6	11,9	7,0	9,5
LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LU	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2
PL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PT	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2
RO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,2
SE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
SK	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2
UK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,9	0,6	0,7	1,3	0,8	1,0
<b>EU</b>	<b>4,5</b>	<b>2,8</b>	<b>3,6</b>	<b>8,3</b>	<b>5,1</b>	<b>6,7</b>	<b>13,1</b>	<b>8,0</b>	<b>10,5</b>	<b>26,5</b>	<b>16,2</b>	<b>21,4</b>	<b>39,3</b>	<b>23,9</b>	<b>31,6</b>	<b>46,6</b>	<b>28,1</b>	<b>37,3</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla IV.3. Impacto económico por la reducción de emisiones por Estado miembro (millones de euros). Energía eólica (2008-2013).

EM	2008			2009			2010			2011			2012			2013		
	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3
AT	31,3	16,4	23,8	29,3	15,2	22,2	31,5	16,7	24,1	29,3	15,4	22,3	36,2	18,6	27,4	45,5	23,0	34,3
BE	10,1	5,5	7,8	16,1	8,8	12,4	20,9	11,4	16,1	36,3	19,4	27,8	43,1	23,0	33,1	56,0	29,5	42,8
BG	2,5	1,6	2,0	4,7	2,9	3,8	13,6	8,5	11,1	17,8	11,4	14,6	24,1	15,1	19,6	26,2	16,1	21,1
CY	-	-	-	-	-	-	0,6	0,6	0,6	2,3	2,3	2,3	3,7	3,7	3,7	4,6	4,6	4,6
CZ	5,1	3,3	4,2	5,9	3,8	4,9	7,0	4,5	5,7	8,0	5,1	6,6	8,2	5,2	6,7	9,3	5,8	7,6
DE	813,0	514,3	663,7	769,4	484,9	627,2	751,0	472,8	611,9	972,8	613,0	792,9	1.012,9	639,9	826,4	1.029,5	648,8	839,1
DK	134,5	83,4	109,0	132,1	82,4	107,3	150,7	93,1	121,9	179,9	107,7	143,8	176,7	100,8	138,7	202,4	120,3	161,4
EE	3,3	2,3	2,8	4,4	3,0	3,7	6,8	4,8	5,8	8,9	6,1	7,5	9,9	6,7	8,3	12,4	8,4	10,4
EL	50,1	33,5	41,8	56,1	37,4	46,8	58,4	38,3	48,3	72,3	47,8	60,0	68,9	45,6	57,2	86,3	55,8	71,1
ES	595,4	358,1	476,8	669,9	395,3	532,6	739,2	420,2	579,7	743,9	434,7	589,3	867,3	511,0	689,2	906,1	515,2	710,7
FI	4,3	2,3	3,3	4,6	2,6	3,6	5,1	2,9	4,0	7,9	4,4	6,2	7,7	4,1	5,9	12,5	6,8	9,7
FR	82,4	40,3	61,3	114,2	55,8	85,0	143,9	70,5	107,2	174,7	84,4	129,6	216,4	105,3	160,8	229,7	111,3	170,5
HR	0,6	0,4	0,5	0,8	0,4	0,6	2,1	1,1	1,6	3,2	1,7	2,4	5,1	2,7	3,9	7,9	4,1	6,0
HU	3,4	2,0	2,7	5,4	3,0	4,2	8,8	5,0	6,9	10,1	5,6	7,8	12,1	6,6	9,4	11,1	6,0	8,5
IE	50,1	32,3	41,2	59,8	38,0	48,9	57,1	36,4	46,8	87,9	55,6	71,7	81,6	52,0	66,8	89,2	55,7	72,4
IT	92,9	57,0	75,0	121,1	73,2	97,2	168,1	101,3	134,7	181,6	109,4	145,5	246,6	148,1	197,4	265,8	156,4	211,1
LT	1,9	0,9	1,4	2,3	1,1	1,7	3,4	1,8	2,6	7,0	3,5	5,3	8,0	4,1	6,0	10,1	5,7	7,9
LU	0,9	0,5	0,7	1,0	0,5	0,7	0,8	0,4	0,6	1,0	0,5	0,7	1,2	0,6	0,9	1,2	0,6	0,9
LV	0,9	0,4	0,6	0,7	0,4	0,5	0,7	0,4	0,6	1,1	0,5	0,8	1,6	0,8	1,2	1,8	0,9	1,3
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NL	82,6	51,2	66,9	90,5	56,7	73,6	78,7	49,2	64,0	98,7	61,1	79,9	94,4	57,6	76,0	106,3	64,7	85,5
PL	21,2	15,0	18,1	27,2	19,2	23,2	41,9	29,6	35,8	79,7	56,2	68,0	115,2	80,4	97,8	146,4	102,6	124,5
PT	106,2	64,0	85,1	140,7	85,0	112,8	156,1	88,9	122,5	161,7	94,4	128,0	183,7	108,7	146,2	204,5	116,6	160,5
RO	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	5,7	3,4	4,6	26,7	16,5	21,6	50,4	30,9	40,7	81,1	47,7	64,4
SE	27,6	12,9	20,2	34,3	16,0	25,1	49,1	23,2	36,1	84,3	39,4	61,8	98,5	45,6	72,0	135,4	62,7	99,0
SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,0	0,1
SK	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
UK	147,4	94,8	121,1	186,7	118,1	152,4	206,3	131,1	168,7	309,5	195,3	252,4	402,0	256,9	329,4	566,6	356,6	461,6
<b>EU</b>	<b>2.267,9</b>	<b>1.392,4</b>	<b>1.830,2</b>	<b>2.477,5</b>	<b>1.503,9</b>	<b>1.990,7</b>	<b>2.707,6</b>	<b>1.616,1</b>	<b>2.161,8</b>	<b>3.306,4</b>	<b>1.991,4</b>	<b>2.648,9</b>	<b>3.775,8</b>	<b>2.274,0</b>	<b>3.024,9</b>	<b>4.247,9</b>	<b>2.526,1</b>	<b>3.387,0</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla IV.4. Impacto económico por la reducción de emisiones por Estado miembro (millones de euros). Energía solar fotovoltaica (2008-2013).

EM	2008			2009			2010			2011			2012			2013		
	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3
AT	0,5	0,2	0,4	0,7	0,4	0,6	1,4	0,7	1,0	2,6	1,4	2,0	5,0	2,5	3,8	8,4	4,3	6,3
BE	0,7	0,4	0,5	2,7	1,5	2,1	9,1	4,9	7,0	18,5	9,9	14,2	33,8	18,1	26,0	40,9	21,6	31,3
BG	-	-	-	0,1	0,0	0,0	0,3	0,2	0,2	2,1	1,3	1,7	16,1	10,1	13,1	26,0	15,9	20,9
CY	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,9	0,9	0,9
CZ	0,3	0,2	0,2	1,8	1,2	1,5	12,7	8,2	10,4	44,0	28,0	36,0	42,2	26,5	34,3	39,4	24,6	32,0
DE	88,8	56,2	72,5	131,5	82,9	107,2	233,8	147,2	190,5	391,2	246,5	318,9	528,9	334,1	431,5	619,3	390,3	504,8
DK	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2	1,8	1,0	1,4	9,4	5,6	7,5
EE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL	0,1	0,1	0,1	1,1	0,7	0,9	3,4	2,2	2,8	13,3	8,8	11,0	32,9	21,8	27,3	76,1	49,2	62,6
ES	46,9	28,2	37,6	106,8	63,1	84,9	108,9	61,9	85,4	129,7	75,8	102,7	143,0	84,2	113,6	140,2	79,7	110,0
FI	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
FR	0,6	0,3	0,5	2,5	1,2	1,9	9,0	4,4	6,7	29,7	14,4	22,0	57,8	28,1	42,9	66,8	32,4	49,6
HR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1
HU	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,4	0,2	0,3
IE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IT	3,7	2,3	3,0	12,6	7,6	10,1	34,8	21,0	27,9	198,1	119,4	158,8	344,7	207,1	275,9	380,9	224,2	302,6
LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,8	0,4	0,6
LU	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,2	0,3	0,6	0,3	0,4	1,1	0,5	0,8
LV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,4	0,4	0,4	0,7	0,7	0,7
NL	0,7	0,5	0,6	0,9	0,6	0,7	1,2	0,7	1,0	2,0	1,2	1,6	4,8	2,9	3,9	9,7	5,9	7,8
PL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PT	0,7	0,4	0,6	3,0	1,8	2,4	3,6	2,1	2,8	5,0	2,9	3,9	7,1	4,2	5,6	8,2	4,7	6,5
RO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	7,5	4,4	6,0
SE	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2	0,5	0,2	0,4
SI	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,1	0,2	1,1	0,6	0,8	2,7	1,5	2,1	3,5	1,9	2,7
SK	-	-	-	-	-	-	0,3	0,1	0,2	6,1	3,2	4,7	6,4	3,3	4,9	9,0	4,6	6,8
UK	0,4	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,8	0,5	0,7	4,9	3,1	4,0	27,6	17,7	22,6	40,6	25,5	33,1
<b>EU</b>	<b>143,9</b>	<b>89,3</b>	<b>116,6</b>	<b>264,9</b>	<b>161,6</b>	<b>213,3</b>	<b>420,2</b>	<b>254,8</b>	<b>337,5</b>	<b>849,6</b>	<b>517,3</b>	<b>683,4</b>	<b>1.256,8</b>	<b>764,5</b>	<b>1.010,7</b>	<b>1.490,6</b>	<b>897,9</b>	<b>1.194,3</b>

Fuente: Elaboración propia

## **Anexo V**

---

# POTENCIA FABRICADA POR TECNOLOGÍA, COMPONENTE Y ESTADO MIEMBRO

---

## **V POTENCIA FABRICADA POR TECNOLOGÍA, COMPONENTE Y ESTADO MIEMBRO**

Tabla V.1. Potencia fabricada por Estado miembro (MW). Eólica terrestre.....	235
Tabla V.2. Potencia fabricada por componente y Estado miembro (MW). Eólica marina.....	236
Tabla V.3. Potencia fabricada por Estado miembro (MW). Solar fotovoltaica: paneles solares.	237
Tabla V.4. Potencia fabricada por Estado miembro (MW). Solar fotovoltaica: inversores. ....	238

Tabla V.1. Potencia fabricada por Estado miembro (MW). Eólica terrestre.

EM	Potencia exportada UE (PE <sub>EU</sub> ) y potencia consumida (PC)							Potencia exportada fuera de UE (PE <sub>ExtraEU</sub> )							Potencia total fabricada (PM)						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
AT	5	1	40	17	49	18	1	6	5	1	2	1	0	0	11	6	41	19	49	18	2
BE	1	56	2 <sup>(2)</sup>	4	11 <sup>(2)</sup>	6	8	3	1	453	1	0	0	1	4	57	455	4	11	6	9
BG	-	-	187	268	99	120	0	-	-	0	2	36	0	-	-	-	187	270	135	120	0
CY	-	-	0	0	17	0	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0	17	0	0
CZ	0	1 <sup>(2)</sup>	3 <sup>(2)</sup>	1	2	4	1	0	-	0	-	0	0	0	1	1	3	1	2	4	1
DE	3.086 <sup>(2)</sup>	3.102	2.834	3.540	4.331	3.958	3.777	1.221	1.214	725	1.276	2.073	1.843	779	4.307	4.316	3.559	4.816	6.403	5.801	4.556
DK	2.547	2.680	2.636	2.542	1.673	3.730	4.175	606	450	2.002	1.191	688	1.016	1.022	3.153	3.131	4.637	3.733	2.361	4.746	5.197
EE	0	2 <sup>(2)</sup>	3	2	38	44	27	0	0	1	0	0	0	0	1	2	3	2	38	44	27
EL	27	9	52	103	44	80	20	0	22	0	0	-	-	0	27	31	52	103	44	80	20
ES	1.741	2.552	2.107	1.432	2.311	926	1.335	780	300	320	612	644	774	2.025	2.521	2.852	2.426	2.044	2.955	1.700	3.360
FI	66	45	59	4	62	7	1	1	15	5	0	1	0	4	68	60	64	5	63	7	5
FR <sup>(1)</sup>	1	0	2	5	11	7	2	2	7	35	19	36	4	2	3	7	37	25	46	11	5
HR	-	-	-	0	0	2	0	-	-	-	0	0	0	0	-	-	-	0	0	2	0
HU	-	-	1 <sup>(2)</sup>	0	1	0	1	-	-	0	0	-	0	-	-	-	1	0	1	0	1
IE	4	1	0	3	36	18 <sup>(2)</sup>	13 <sup>(2)</sup>	0	-	0	0	0	0	0	4	1	0	3	36	18	14
IT	39	786	597	784	680 <sup>(2)</sup>	410 <sup>(2)</sup>	98	48	21	95	476	354	6	0	87	807	692	1.260	1.034	416	98
LT	-	3	6	-	0	0	0	-	0	-	-	-	-	1	-	3	6	-	0	0	1
LU	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0
LV	-	0	-	-	20	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	20	-	0
MT	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-
NL	23 <sup>(2)</sup>	104	13	28	25	28	33	1	2	3	2	8	19	7	24	106	17	31	33	48	41
PL	0	0	5	0	15	2	2	0	0	3	0	1	8	1	0	0	8	0	15	10	3
PT <sup>(1)</sup>	141	96	24	16	44	27	26	209	2	11	17	50	18	4	351	98	35	34	94	45	30
RO	-	-	-	-	0 <sup>(2)</sup>	0	5	-	-	-	-	-	0	1	-	-	-	-	0	0	7
SE	0	0	1 <sup>(2)</sup>	7 <sup>(2)</sup>	2	2	2	1	0	4	17	0	3	1	1	0	5	25	2	5	2
SI	-	0	5	0	1	1	0	-	0	-	-	-	0	0	-	0	5	0	1	1	0
SK	-	0	0	8	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	8	0	0	0
UK	10	12	24	27	88	249 <sup>(2)</sup>	148 <sup>(2)</sup>	14	8	3	4	10	2	20	24	20	27	31	98	251	167
<b>EU</b>	<b>7.691</b>	<b>9.453</b>	<b>8.601</b>	<b>8.792</b>	<b>9.559</b>	<b>9.638</b>	<b>9.676</b>	<b>2.894</b>	<b>2.046</b>	<b>3.662</b>	<b>3.621</b>	<b>3.901</b>	<b>3.694</b>	<b>3.869</b>	<b>10.585</b>	<b>11.499</b>	<b>12.263</b>	<b>12.413</b>	<b>13.460</b>	<b>13.332</b>	<b>13.545</b>

Fuente: Elaboración propia.

<sup>(1)</sup> Los datos de producción PRODCOM de estos países son confidenciales para el período analizado, por lo que la potencia consumida pueden no ser representativa.

<sup>(2)</sup> No existen datos de producción PRODCOM en los años señalados debido a su confidencialidad. Para aquellos años en los que esto sucede, se han considerado el % de utilización de recursos propios  $[(VP_j - VE_j) / C_{app}]$  del año anterior, pudiendo sufrir ligeras desviaciones los datos de potencia consumida.

Tabla V.2. Potencia fabricada por componente y Estado miembro (MW). Eólica marina.

EM	Potencia Fabricada (PM) Turbinas - MW							Potencia Fabricada (PM) Cimentaciones - MW							Potencia Fabricada (PM) Cableados - MW							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
AT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BE	-	-	-	-	-	-	-	16	66	118	93	202	59	223	-	-	-	-	-	-	-	-
BG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DE	40	162	207	455	982	850	827	70	286	509	399	871	779	767	28	116	206	161	352	177	75	
DK	89	360	763	270	677	633	991	27	108	193	151	330	475	412	-	-	-	-	-	-	-	-
EE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ES	-	-	-	-	-	5	-	8	34	60	47	103	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FI	4	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FR	2	8	-	-	-	6	57	-	-	-	-	-	-	-	28	116	206	161	352	566	589	
HR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NL	-	-	-	-	-	-	-	12	48	86	67	147	176	469	-	-	-	-	-	-	-	-
PL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	66	118	92	201	75	8	-
SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	61	248	441	346	754	525	873	-
<b>EU</b>	<b>134</b>	<b>545</b>	<b>970</b>	<b>725</b>	<b>1.659</b>	<b>1.494</b>	<b>1.875</b>	<b>133</b>	<b>543</b>	<b>966</b>	<b>758</b>	<b>1.652</b>	<b>1.494</b>	<b>1.871</b>	<b>134</b>	<b>545</b>	<b>970</b>	<b>761</b>	<b>1.659</b>	<b>1.344</b>	<b>1.546</b>	

Fuente: Elaboración propia

Tabla V.3. Potencia fabricada por Estado miembro (MW). Solar fotovoltaica: paneles solares.

EM	Potencia exportada UE (PE <sub>EU</sub> ) y potencia consumida (PC)						Potencia exportada fuera de UE (PE <sub>ExtraEU</sub> )						Potencia total fabricada (PM)					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
AT <sup>(1)</sup>	104	60	134	209	130	81	5	8	7	12	12	16	109	68	141	221	142	96
BE <sup>(1)</sup>	121	121	282	621	791	244	6	2	10	7	9	10	127	123	291	629	800	254
BG	3 <sup>(2)</sup>	1	3	12	19	136	0	0	0	0	1	1	3	1	3	12	20	136
CY	19	32	84	74	48	29	0	0	0	0	0	0	19	32	84	74	48	29
CZ	130	220	391	623	334	170 <sup>(2)</sup>	0	1	1	13	34	51	131	221	393	636	367	221
DE	1.020	972	1.580	3.201	2.382	1.957	210	162	221	656	648	670	1.230	1.134	1.801	3.856	3.031	2.627
DK	5	4	7	9	26	12	0	1	1	1	3	4	6	4	8	10	29	16
EE	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
EL	2 <sup>(2)</sup>	1	16 <sup>(2)</sup>	58 <sup>(2)</sup>	49 <sup>(2)</sup>	40	0	0	0	1	0	0	2	1	17	59	49	40
ES	197	175	434	840	333	112	11	17	10	41	89	35	209	191	445	881	423	147
FI	4	4	5	5	3	2	2	3	3	3	3	1	6	7	8	7	6	3
FR	68	76	130	163	213	121 <sup>(2)</sup>	14	20	22	46	110	174	82	96	152	209	323	296
HR	13 <sup>(2)</sup>	25 <sup>(2)</sup>	24 <sup>(2)</sup>	49	16	175	0	0	0	0	0	0	13	25	24	49	16	175
HU	75	98	153	259	283	138	1	1	1	2	2	2	76	99	154	261	285	139
IE	1	2	3	6	6 <sup>(2)</sup>	7 <sup>(2)</sup>	0	0	0	1	0	2	1	2	3	7	6	9
IT	45	45	132	551	731	727	3	4	16	16	84	221	48	49	148	567	816	948
LT	0	0	0	1	4	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	4	3
LU	3	28	53	70	59	21	0	0	0	1	0	0	3	28	53	70	59	21
LV	0	0	0	0 <sup>(2)</sup>	0 <sup>(2)</sup>	0 <sup>(2)</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
MT	4	1	3	12	4	1	0	0	0	0	0	0	4	1	3	12	4	1
NL <sup>(1)</sup>	152	572	1.755	2.990	3.748	1.909	5	7	12	21	67	59	158	580	1.768	3.011	3.816	1.967
PL	1 <sup>(2)</sup>	13 <sup>(2)</sup>	67 <sup>(2)</sup>	189 <sup>(2)</sup>	233 <sup>(2)</sup>	158	0	0	1	1	2	1	1	13	68	190	234	159
PT	27	23	43	53	35	12	1	1	6	2	2	3	28	24	49	55	38	15
RO	0	0	4	43 <sup>(2)</sup>	94 <sup>(2)</sup>	5 <sup>(2)</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	43	94	5
SE <sup>(1)</sup>	104	109	157	55	35	22	7	10	9	5	9	8	111	119	166	60	44	30
SI <sup>(1)</sup>	6	11	53	112	55	58	0	0	0	1	3	2	6	11	53	113	58	61
SK	0	2	32	8	17	59	0	0	1	0	0	0	0	2	33	8	17	60
UK	164	175	229	436	225	111	8	11	9	33	105	271	171	186	238	469	330	382
<b>EU</b>	<b>2.268</b>	<b>2.770</b>	<b>5.778</b>	<b>10.651</b>	<b>9.872</b>	<b>6.311</b>	<b>276</b>	<b>249</b>	<b>331</b>	<b>862</b>	<b>1.186</b>	<b>1.532</b>	<b>2.544</b>	<b>3.020</b>	<b>6.109</b>	<b>11.513</b>	<b>11.058</b>	<b>7.842</b>

Fuente: Elaboración propia.

<sup>(1)</sup> Los datos de producción PRODCOM de estos países son confidenciales para el período analizado, por lo que la potencia consumida pueden no ser representativa.

<sup>(2)</sup> No existen datos de producción PRODCOM en los años señalados debido a su confidencialidad. Para aquellos años en los que esto sucede, se han considerado el % de utilización de recursos propios  $[(VP_j - VE_j)/C_{apj}]$  del año anterior, pudiendo sufrir ligeras desviaciones los datos de potencia consumida.

Tabla V.4. Potencia fabricada por Estado miembro (MW). Solar fotovoltaica: inversores.

EM	Potencia exportada UE (PE <sub>EU</sub> ) y potencia consumida (PC)							Potencia exportada fuera de UE (PE <sub>ExtraEU</sub> )						Potencia total fabricada (PM)					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
AT <sup>(1)</sup>	318	451	817	661	661	220		77	110	181	471	247	191	395	561	998	1.132	909	411
BE <sup>(1)</sup>	39	62	103	97	62	38		5	17	7	12	14	8	45	78	111	109	75	47
BG	1	0	3	13	89	222		1	4	2	4	7	25	2	5	5	17	95	247
CY	2	0	1	2	4	5		0	-	0	0	-	0	2	0	1	2	4	5
CZ	8 <sup>(2)</sup>	6 <sup>(2)</sup>	46	134 <sup>(2)</sup>	75 <sup>(2)</sup>	62		0	1	3	7	8	15	9	6	49	140	82	77
DE	2.069	3.234	6.900	8.895	4.522	2.089		1.184	800	1.669	3.550	2.016	2.345	3.252	4.034	8.569	12.444	6.538	4.434
DK	213	308	785	1.337	1.456	1.160		115	123	448	762	1.166	837	328	431	1.233	2.100	2.621	1.997
EE	494 <sup>(2)</sup>	3 <sup>(2)</sup>	55	88	144	127		8	0	1	2	3	16	502	3	56	90	147	142
EL	0	14	248	299	126	59		0	1	1	1	8	45	1	15	249	300	134	104
ES	57	162	482	662	502	392		105	156	335	712	692	609	162	318	817	1.375	1.194	1.001
FI	223	177	264	632	696	597		51	75	112	528	477	251	274	252	376	1.160	1.172	847
FR	48	72	256	318	333	219 <sup>(2)</sup>		14	13	29	53	70	64	62	85	285	371	404	282
HR	0	1	3	16	23	14		0	0	0	3	1	1	0	1	3	19	24	15
HU	2	4	242 <sup>(2)</sup>	394	441	136		0	0	13	32	35	8	2	5	256	425	476	145
IE	16 <sup>(2)</sup>	0 <sup>(2)</sup>	4	13	18	31		0	0	-	0	0	2	16	0	4	13	18	33
IT	650 <sup>(2)</sup>	598 <sup>(2)</sup>	1.309 <sup>(2)</sup>	5.057	4.104	2.011 <sup>(2)</sup>		105	30	86	167	327	351	755	629	1.394	5.225	4.431	2.362
LT	0	0	0	0	1	0		0	0	1	1	4	4	0	0	1	1	4	5
LU	38	28	39	102	66	40		17	3	2	5	6	4	55	31	41	107	72	45
LV	0	0	0	0	0	2		0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
MT	0	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
NL <sup>(1)</sup>	212	133	423	570	365	328		21	21	43	71	54	58	232	154	466	641	419	385
PL	4	27	11	26	45	33		0	7	5	16	15	15	4	34	16	42	60	48
PT	18	5	22	48	8	17		1	1	1	23	4	6	19	5	23	71	12	23
RO <sup>(1)</sup>	0	0	1	1	8	15		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	8	15
SE	31	93 <sup>(2)</sup>	98	234	429	183		3	10	14	29	40	36	34	102	112	263	469	219
SI <sup>(1)</sup>	2	1	5	91	6	2		1	1	1	5	3	3	3	2	6	95	9	5
SK	6 <sup>(2)</sup>	44 <sup>(2)</sup>	156 <sup>(2)</sup>	157	140	79		0	1	2	15	10	5	6	45	158	172	150	84
UK	163	118	224	679	784	803		27	61	88	138	92	64	190	179	311	817	876	866
<b>EU</b>	<b>4.613</b>	<b>5.542</b>	<b>12.496</b>	<b>20.526</b>	<b>15.108</b>	<b>8.884</b>		<b>1.737</b>	<b>1.434</b>	<b>3.045</b>	<b>6.609</b>	<b>5.298</b>	<b>4.963</b>	<b>6.350</b>	<b>6.976</b>	<b>15.541</b>	<b>27.135</b>	<b>20.405</b>	<b>13.847</b>

Fuente: Elaboración propia.

<sup>(1)</sup> Los datos de producción PRODCOM de estos países son confidenciales para el período analizado, por lo que la potencia consumida pueden no ser representativa.

<sup>(2)</sup> No existen datos de producción PRODCOM en los años señalados debido a su confidencialidad. Para aquellos años en los que esto sucede, se han considerado el % de utilización de recursos propios  $[(VP_j - VE_j)/C_{app}]$  del año anterior, pudiendo sufrir ligeras desviaciones los datos de potencia consumida.

## **Anexo VI**

---

### EMPLEOS BRUTOS CREADOS POR ESTADO MIEMBRO

---

## **VI EMPLEOS BRUTOS CREADOS POR ESTADO MIEMBRO**

Tabla VI.1. Empleos directos por actividad y Estado miembro. Eólica terrestre (2008-2013).....	241
Tabla VI.2. Empleos indirectos por actividad y Estado miembro. Eólica terrestre(2008-2013). .	242
Tabla VI.3. Empleos totales por actividad y Estado miembro. Eólica terrestre (2008-2013). ....	243
Tabla VI.4. Empleos directos por actividad y Estado miembro. Eólica marina (2008-2013). .....	244
Tabla VI.5. Empleos indirectos por actividad y Estado miembro. Eólica marina (2008-2013).....	245
Tabla VI.6. Empleos totales por actividad y Estado miembro. Eólica marina (2008-2013). .....	246
Tabla VI.7. Empleos directos en fabricación por componente y Estado miembro. Eólica marina (2008-2013). .....	247
Tabla VI.8. Empleos indirectos en fabricación por componente y Estado miembro. Eólica marina (2008-2013). .....	248
Tabla VI. 9. Empleos totales en fabricación por componente y Estado miembro. Eólica marina (2008-2013). .....	249
Tabla VI.10. Empleos directos por actividad y Estado miembro. Fotovoltaica (2008-2013). ....	250
Tabla VI.11. Empleos indirectos por actividad y Estado miembro. Fotovoltaica (2008-2013). ...	251
Tabla VI.12. Empleos totales por actividad y Estado miembro. Fotovoltaica (2008-2013). .....	252
Tabla VI.13. Empleos directos en fabricación de equipos por componente y Estado miembro. Fotovoltaica (2008-2013). .....	253
Tabla VI.14. Empleos indirectos en fabricación de equipos por componente y Estado miembro. Fotovoltaica (2008-2013). .....	254
Tabla VI.15. Empleos totales en fabricación de equipos por componente y Estado miembro. Fotovoltaica (2008-2013). .....	255

Tabla VI.1. Empleos directos por actividad y Estado miembro. Eólica terrestre (2008-2013).

EM	Empleos directos OyM						Empleos directos instalación						Empleos directos fabricación						Total empleos directos					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
AT	398	392	395	418	525	635	18	23	111	440	716	844	61	154	196	214	208	59	477	569	701	1.072	1.449	1.539
BE	166	210	269	340	379	415	315	341	425	364	240	277	211	1.705	1.522	50	55	46	692	2.256	2.215	753	674	738
BG	48	70	195	199	257	257	149	462	426	222	197	19	-	621	1.488	1.289	788	368	197	1.152	2.108	1.709	1.241	645
CY	-	-	32	52	56	55	-	100	162	78	15	-	-	0	0	54	54	0	-	100	194	184	125	55
CZ	60	76	84	84	99	101	97	82	30	55	62	26	6	14	13	8	18	16	162	172	127	146	179	143
DE	9.556	10.128	10.545	11.120	11.701	12.606	4.361	4.055	4.190	5.061	5.798	8.273	31.137	26.786	27.258	35.475	37.773	31.459	45.055	40.968	41.993	51.657	55.273	52.338
DK	1.094	1.103	1.120	1.187	1.233	1.333	193	250	381	452	609	486	22.693	26.244	27.357	19.363	21.908	30.157	23.980	27.596	28.858	21.001	23.751	31.975
EE	31	56	58	71	102	106	103	87	51	145	115	39	11	19	17 <sup>1)</sup>	124	253	216	145	163	125	339	470	361
EL	394	428	515	629	666	704	268	415	670	520	276	270	207	282	505	468	381	304	869	1.125	1.691	1.618	1.324	1.278
ES	6.676	7.549	8.031	8.348	8.682	8.663	4.975	4.808	3.044	2.586	1.528	239	19.357	17.948	14.604	15.797	14.441	15.308	31.008	30.305	25.679	26.731	24.650	24.210
FI	47	48	66	66	100	159	35	65	63	108	299	406	461	419	227	213	220	37	544	533	356	388	618	602
FR	1.362	1.802	2.325	2.622	2.905	3.110	2.527	3.038	2.698	1.968	1.712	1.961	36	149	203	223	178	48	3.925	4.990	5.225	4.814	4.795	5.119
HR	7	11	35	50	69	98	14	87	137	120	153	196	-	-	0	0	6	6	21	98	172	170	228	301
HU	51	79	115	127	125	124	169	206	155	41	-	-	-	2	2	4	5	4	219	287	272	171	130	128
IE	401	506	532	612	657	764	577	387	350	394	549	665	18	2	10	121	167	97	996	895	893	1.128	1.373	1.526
IT	1.494	1.910	2.258	2.649	3.093	3.229	2.634	2.525	2.466	2.787	1.991	642	3.129	5.097	6.337	7.275	4.504	1.568	7.258	9.532	11.060	12.712	9.589	5.439
LT	22	36	63	69	100	105	49	133	107	91	91	20	11	32	21	0	1	4	82	201	192	160	191	129
LU	14	14	17	17	22	22	-	1	2	18	17	-	0	1	1	1	0	0	14	16	21	36	39	22
LV	11	11	12	18	23	23	2	5	23	35	17	3	0	0	-	63	63	1	14	16	35	116	103	26
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	0	0
NL	791	775	787	780	817	915	523	116	139	213	490	513	457	423	154	202	250	269	1.771	1.315	1.081	1.194	1.556	1.696
PL	218	286	460	622	951	1.279	557	777	1.080	1.573	2.101	1.573	2	29	29	50	79	39	776	1.091	1.568	2.245	3.131	2.891
PT	1.145	1.393	1.443	1.686	1.725	1.784	1.719	1.037	616	593	420	451	1.656	459	226	403	432	227	4.520	2.888	2.285	2.681	2.577	2.462
RO	4	6	180	378	726	981	7	549	1.171	1.725	1.918	1.233	-	-	-	1	2	20	12	554	1.351	2.105	2.645	2.234
SE	366	550	779	1.054	1.301	1.572	921	1.328	1.643	1.910	1.758	1.984	5	19	97	85	20	21	1.292	1.898	2.518	3.048	3.079	3.576
SI	-	0	-	-	-	1	0	0	-	-	3	4	1	17	18	3	7	5	1	17	18	3	9	9
SK	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	0	0	25	25	0	0	1	1	26	26	1	1
UK	951	1.364	1.505	1.752	2.020	2.646	1.565	1.642	1.306	1.622	2.895	3.090	159	158	190	407	1.074	1.271	2.675	3.164	3.000	3.780	5.989	7.007
<b>EU</b>	<b>25.308</b>	<b>28.804</b>	<b>31.822</b>	<b>34.952</b>	<b>38.336</b>	<b>41.690</b>	<b>21.777</b>	<b>22.519</b>	<b>21.445</b>	<b>23.119</b>	<b>23.970</b>	<b>23.212</b>	<b>79.620</b>	<b>80.580</b>	<b>80.497</b>	<b>81.917</b>	<b>82.886</b>	<b>81.548</b>	<b>126.704</b>	<b>131.903</b>	<b>133.764</b>	<b>139.989</b>	<b>145.191</b>	<b>146.449</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VI.2. Empleos indirectos por actividad y Estado miembro. Eólica terrestre(2008-2013).

EM	Empleos indirectos OyM						Empleos indirectos instalación						Empleos indirectos fabricación						Total empleos indirectos					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
AT	299	294	296	313	394	476	13	17	83	331	538	635	41	103	130	143	139	39	353	414	510	787	1.070	1.151
BE	125	157	202	255	284	311	237	257	319	274	180	208	141	1.137	1.014	33	37	31	502	1.551	1.536	562	501	550
BG	36	52	146	149	193	193	112	347	320	167	148	15	-	414	992	859	525	245	148	813	1.458	1.175	866	453
CY	-	-	24	39	42	42	-	75	122	59	12	-	-	0	0	36	36	0	-	75	146	133	90	42
CZ	45	57	63	63	74	76	73	62	23	41	46	19	4	10	8	5	12	11	122	128	94	109	133	106
DE	7.167	7.596	7.909	8.340	8.776	9.455	3.279	3.048	3.150	3.805	4.359	6.220	20.758	17.857	18.172	23.650	25.182	20.973	31.204	28.501	29.231	35.796	38.317	36.647
DK	821	827	840	890	925	1.000	145	188	286	340	458	365	15.128	17.496	18.238	12.909	14.606	20.105	16.094	18.511	19.364	14.138	15.988	21.469
EE	23	42	44	53	77	79	77	66	38	109	86	29	7	13	11	82	169	144	108	121	93	244	332	252
EL	296	321	386	472	500	528	202	312	504	391	208	203	138	188	337	312	254	202	635	821	1.227	1.175	962	934
ES	5.007	5.662	6.023	6.261	6.511	6.497	3.740	3.615	2.289	1.944	1.149	179	12.905	11.965	9.736	10.531	9.627	10.205	21.652	21.242	18.048	18.736	17.287	16.882
FI	36	36	50	50	75	119	26	49	47	81	224	305	308	279	151	142	147	24	369	365	248	273	446	449
FR	1.021	1.352	1.744	1.966	2.179	2.333	1.900	2.284	2.028	1.480	1.287	1.474	24	99	135	149	119	32	2.945	3.735	3.907	3.595	3.584	3.839
HR	5	8	26	38	51	74	10	65	103	90	115	147	-	-	0	0	4	4	16	73	129	128	171	225
HU	38	59	86	95	94	93	127	154	117	31	-	-	-	1	1	2	3	2	165	215	204	128	97	96
IE	301	380	399	459	493	573	434	291	263	297	413	500	12	2	7	81	111	65	746	672	669	836	1.017	1.137
IT	1.121	1.433	1.693	1.987	2.320	2.422	1.980	1.899	1.854	2.096	1.497	482	2.086	3.398	4.225	4.850	3.003	1.045	5.187	6.729	7.771	8.932	6.820	3.949
LT	16	27	48	52	75	79	37	100	80	68	68	15	7	21	14	0	0	3	60	148	142	120	144	97
LU	11	10	13	13	17	16	-	1	2	13	13	-	0	1	1	0	0	0	11	12	16	27	29	17
LV	8	8	9	14	17	17	2	4	17	26	13	2	0	0	-	42	42	0	10	12	26	82	72	20
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	0	0
NL	593	582	591	585	613	686	393	87	105	160	368	385	305	282	103	134	167	179	1.291	951	798	879	1.147	1.251
PL	163	214	345	467	713	959	418	584	812	1.182	1.580	1.183	1	19	19	33	52	26	583	817	1.175	1.682	2.345	2.168
PT	859	1.045	1.082	1.264	1.294	1.338	1.292	779	463	446	316	339	1.104	306	150	269	288	151	3.255	2.130	1.696	1.979	1.898	1.828
RO	3	4	135	284	544	736	6	413	880	1.297	1.442	927	-	-	-	1	1	13	9	417	1.015	1.582	1.987	1.676
SE	274	413	584	790	976	1.179	692	999	1.235	1.436	1.322	1.491	4	13	64	56	13	14	970	1.424	1.883	2.283	2.311	2.684
SI	-	0	-	-	-	1	0	0	-	-	2	3	0	11	12	2	5	3	0	11	12	2	7	6
SK	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	0	0	17	17	0	0	1	1	18	18	1	1
UK	713	1.023	1.129	1.314	1.515	1.985	1.176	1.235	982	1.219	2.176	2.323	106	105	126	271	716	847	1.996	2.363	2.237	2.804	4.407	5.155
<b>EU</b>	<b>18.981</b>	<b>21.603</b>	<b>23.867</b>	<b>26.214</b>	<b>28.752</b>	<b>31.267</b>	<b>16.372</b>	<b>16.930</b>	<b>16.123</b>	<b>17.381</b>	<b>18.021</b>	<b>17.451</b>	<b>53.080</b>	<b>53.720</b>	<b>53.665</b>	<b>54.612</b>	<b>55.257</b>	<b>54.365</b>	<b>88.433</b>	<b>92.253</b>	<b>93.654</b>	<b>98.207</b>	<b>102.029</b>	<b>103.083</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VI.3. Empleos totales por actividad y Estado miembro. Eólica terrestre (2008-2013).

EM	Empleos totales OyM						Empleos totales instalación						Empleos totales fabricación						Total empleos					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
AT	697	686	691	731	918	1.112	31	41	194	771	1.254	1.479	102	257	326	357	347	98	830	984	1.211	1.859	2.519	2.689
BE	291	367	471	595	664	726	552	598	744	637	420	485	352	2.842	2.536	83	92	77	1.194	3.807	3.751	1.315	1.175	1.289
BG	84	122	341	348	449	450	261	809	746	389	344	34	-	1.034	2.480	2.148	1.313	614	345	1.966	3.566	2.884	2.107	1.097
CY	-	-	56	90	98	97	-	175	284	137	27	-	-	0	0	90	90	0	-	175	341	317	215	97
CZ	105	132	147	146	173	177	169	144	53	96	108	45	10	24	21	13	30	27	284	300	221	255	312	249
DE	16.724	17.723	18.454	19.461	20.477	22.061	7.640	7.103	7.340	8.866	10.157	14.492	51.895	44.643	45.431	59.125	62.956	52.432	76.259	69.470	71.225	87.452	93.590	88.985
DK	1.915	1.931	1.961	2.076	2.158	2.332	338	437	668	791	1.067	851	37.821	43.739	45.594	32.272	36.514	50.261	40.075	46.107	48.222	35.140	39.739	53.444
EE	55	98	102	124	179	185	180	153	89	253	201	68	18	32	28	206	422	360	252	283	218	583	802	613
EL	690	749	902	1.101	1.166	1.232	470	727	1.174	910	484	473	345	470	842	781	635	506	1.504	1.946	2.918	2.793	2.285	2.212
ES	11.682	13.211	14.055	14.610	15.193	15.160	8.715	8.423	5.333	4.529	2.677	418	32.262	29.913	24.339	26.328	24.068	25.514	52.660	51.546	43.727	45.467	41.938	41.092
FI	83	84	116	116	174	279	61	115	110	190	523	711	769	698	378	356	367	61	913	897	604	662	1.064	1.051
FR	2.383	3.154	4.069	4.588	5.083	5.443	4.427	5.323	4.726	3.448	2.999	3.435	60	248	338	372	296	80	6.870	8.725	9.132	8.409	8.379	8.958
HR	13	19	61	88	120	172	24	152	240	210	268	343	-	-	0	0	10	11	36	171	300	298	398	526
HU	89	139	201	222	219	217	295	360	272	72	-	-	-	3	3	6	8	6	384	502	477	300	227	223
IE	701	886	931	1.071	1.149	1.337	1.011	677	613	691	962	1.165	30	4	17	202	279	161	1.742	1.567	1.562	1.964	2.390	2.663
IT	2.615	3.343	3.951	4.636	5.413	5.651	4.614	4.424	4.319	4.883	3.489	1.124	5.215	8.494	10.561	12.125	7.507	2.613	12.445	16.261	18.831	21.644	16.409	9.388
LT	38	63	111	121	175	184	86	233	187	159	159	34	18	53	36	0	1	7	142	349	334	280	335	226
LU	25	24	30	30	39	38	-	2	4	31	29	-	1	2	2	1	0	0	25	28	37	63	68	39
LV	19	19	20	32	40	41	4	9	40	61	30	5	0	0	-	105	105	1	24	28	61	198	174	46
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	0	0
NL	1.385	1.357	1.378	1.365	1.430	1.601	916	204	244	373	858	898	761	706	257	336	416	448	3.062	2.266	1.878	2.074	2.704	2.947
PL	381	500	804	1.089	1.664	2.238	975	1.360	1.891	2.755	3.681	2.755	3	48	48	83	131	65	1.359	1.908	2.743	3.927	5.476	5.058
PT	2.003	2.437	2.526	2.950	3.019	3.122	3.011	1.816	1.079	1.038	736	790	2.760	765	376	671	720	378	7.775	5.018	3.981	4.660	4.475	4.290
RO	8	10	315	662	1.270	1.717	13	962	2.052	3.022	3.360	2.160	-	-	-	2	3	33	21	971	2.366	3.686	4.633	3.909
SE	640	963	1.363	1.844	2.277	2.751	1.613	2.327	2.878	3.346	3.080	3.475	9	32	161	141	33	34	2.262	3.322	4.401	5.331	5.390	6.260
SI	-	0	-	-	-	2	0	0	-	-	5	7	1	29	29	6	11	8	1	29	29	6	16	16
SK	2	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	0	0	42	42	0	0	2	2	44	44	2	2
UK	1.664	2.386	2.633	3.066	3.535	4.631	2.741	2.877	2.288	2.841	5.071	5.413	266	263	316	678	1.790	2.118	4.670	5.526	5.237	6.585	10.396	12.162
<b>EU</b>	<b>44.289</b>	<b>50.406</b>	<b>55.689</b>	<b>61.166</b>	<b>67.087</b>	<b>72.957</b>	<b>38.149</b>	<b>39.450</b>	<b>37.568</b>	<b>40.500</b>	<b>41.991</b>	<b>40.662</b>	<b>132.699</b>	<b>134.300</b>	<b>134.161</b>	<b>136.529</b>	<b>138.143</b>	<b>135.913</b>	<b>215.137</b>	<b>224.156</b>	<b>227.418</b>	<b>238.195</b>	<b>247.221</b>	<b>249.532</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VI.4. Empleos directos por actividad y Estado miembro. Eólica marina (2008-2013).

EM	Empleos directos OyM						Empleos directos instalación						Empleos directos fabricación						Total empleos directos					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
AT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
BE	-	26	160	155	287	413	61	382	320	330	653	569	216	425	454	588	505	512	277	833	935	1.073	1.444	1.494
BG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DE	11	62	92	159	212	614	134	201	244	310	1.114	2.486	2.236	4.030	5.346	9.131	11.095	9.587	2.380	4.293	5.682	9.599	12.420	12.687
DK	385	575	714	695	700	932	488	890	409	97	695	605	2.831	6.154	5.506	4.960	6.836	7.906	3.704	7.618	6.629	5.752	8.230	9.443
EE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110	216	231	299	224	24	110	216	231	299	224	24
FI	22	21	22	21	20	20	19	4	4	-	-	2	100	77	-	-	-	-	142	102	26	21	20	22
FR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	244	415	397	514	900	1.309	244	415	397	514	900	1.309
HR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IE	23	22	21	20	19	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	22	21	20	19	18
IT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NL	223	213	202	196	187	180	257	-	-	-	-	-	157	310	331	428	615	1.171	637	524	533	624	802	1.352
PL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT	-	-	-	2	2	1	-	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5	2	1
RO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SE	120	141	134	130	126	157	61	61	-	7	91	83	108	213	227	294	267	78	289	415	361	431	484	319
SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UK	539	677	1.098	1.594	2.528	2.702	798	1.463	2.336	3.656	3.009	2.003	404	797	851	1.101	1.237	1.293	1.741	2.938	4.285	6.351	6.774	5.999
<b>EU</b>	<b>1.322</b>	<b>1.738</b>	<b>2.442</b>	<b>2.972</b>	<b>4.080</b>	<b>5.039</b>	<b>1.818</b>	<b>3.001</b>	<b>3.317</b>	<b>4.405</b>	<b>5.560</b>	<b>5.748</b>	<b>6.405</b>	<b>12.638</b>	<b>13.345</b>	<b>17.314</b>	<b>21.679</b>	<b>21.880</b>	<b>9.546</b>	<b>17.376</b>	<b>19.104</b>	<b>24.690</b>	<b>31.320</b>	<b>32.667</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VI.5. Empleos indirectos por actividad y Estado miembro. Eólica marina (2008-2013).

EM	Empleos indirectos OyM						Empleos indirectos instalación						Empleos indirectos fabricación						Total empleos indirectos					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
AT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BE	-	19	120	116	215	310	46	286	240	248	490	427	162	319	341	441	379	384	208	625	701	805	1.083	1.121
BG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DE	8	47	69	119	159	461	100	150	183	232	835	1.865	1.677	3.023	4.010	6.848	8.321	7.190	1.785	3.220	4.262	7.200	9.315	9.515
DK	289	431	536	522	525	699	366	667	307	73	521	454	2.123	4.616	4.130	3.720	5.127	5.930	2.778	5.714	4.972	4.314	6.173	7.082
EE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82	162	173	224	168	18	82	162	173	224	168	18
FI	17	16	16	16	15	15	14	3	3	-	-	2	75	58	-	-	-	-	106	77	20	16	15	16
FR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	183	311	298	385	675	982	183	311	298	385	675	982
HR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IE	17	16	15	15	14	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	16	15	15	14	14
IT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NL	167	160	152	147	140	135	193	-	-	-	-	-	118	233	248	321	461	878	478	393	400	468	601	1.014
PL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT	-	-	-	1	1	1	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	1	1
RO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SE	90	106	100	97	95	118	46	46	-	6	68	62	81	159	170	220	201	59	217	311	271	323	363	239
SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UK	404	508	823	1.195	1.896	2.027	599	1.097	1.752	2.742	2.256	1.502	303	598	639	826	928	970	1.306	2.203	3.214	4.764	5.081	4.499
<b>EU</b>	<b>992</b>	<b>1.303</b>	<b>1.831</b>	<b>2.229</b>	<b>3.060</b>	<b>3.779</b>	<b>1.364</b>	<b>2.251</b>	<b>2.488</b>	<b>3.303</b>	<b>4.170</b>	<b>4.311</b>	<b>4.804</b>	<b>9.478</b>	<b>10.009</b>	<b>12.986</b>	<b>16.259</b>	<b>16.410</b>	<b>7.160</b>	<b>13.032</b>	<b>14.328</b>	<b>18.518</b>	<b>23.490</b>	<b>24.500</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VI.6. Empleos totales por actividad y Estado miembro. Eólica marina (2008-2013).

EM	Empleos totales OyM						Empleos totales instalación						Empleos totales fabricación						Total empleos					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
AT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
BE	-	45	280	271	502	723	108	668	561	578	1.142	995	377	745	795	1.028	883	896	485	1.458	1.635	1.878	2.527	2.615
BG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DE	19	109	161	278	371	1.075	234	351	427	542	1.949	4.351	3.913	7.053	9.356	15.979	19.416	16.776	4.165	7.513	9.944	16.799	21.736	22.202
DK	674	1.006	1.250	1.217	1.224	1.631	853	1.557	715	170	1.216	1.058	4.954	10.770	9.636	8.679	11.962	13.836	6.481	13.332	11.601	10.066	14.403	16.524
EE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	192	379	404	523	392	41	192	379	404	523	392	41
FI	39	37	38	37	35	34	34	8	8	-	-	4	175	134	-	-	-	-	248	179	46	37	35	38
FR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	427	726	695	899	1.575	2.291	427	726	695	899	1.575	2.291
HR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IE	40	38	36	35	33	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	38	36	35	33	32
IT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NL	390	374	354	343	327	316	449	-	-	-	-	-	275	543	579	750	1.077	2.049	1.114	916	934	1.093	1.403	2.365
PL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT	-	-	-	3	3	3	-	-	7	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	9	3	3
RO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SE	210	247	234	227	221	275	108	108	-	13	158	146	189	372	397	514	468	137	507	727	631	754	848	558
SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UK	942	1.186	1.921	2.789	4.425	4.729	1.397	2.560	4.088	6.398	5.265	3.506	707	1.395	1.490	1.927	2.165	2.263	3.046	5.141	7.498	11.115	11.855	10.498
<b>EU</b>	<b>2.314</b>	<b>3.041</b>	<b>4.273</b>	<b>5.201</b>	<b>7.141</b>	<b>8.818</b>	<b>3.182</b>	<b>5.252</b>	<b>5.805</b>	<b>7.708</b>	<b>9.731</b>	<b>10.059</b>	<b>11.210</b>	<b>22.116</b>	<b>23.354</b>	<b>30.300</b>	<b>37.938</b>	<b>38.290</b>	<b>16.706</b>	<b>30.409</b>	<b>33.432</b>	<b>43.208</b>	<b>54.809</b>	<b>57.167</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VI.7. Empleos directos en fabricación por componente y Estado miembro. Eólica marina (2008-2013).

EM	Empleos directos fabricación turbinas						Empleos directos fabricación cimentaciones						Empleos directos fabricación cableado						Total empleos directos fabricación						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
AT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
BE	-	-	-	-	-	-	216	425	454	588	505	512	-	-	-	-	-	-	-	216	425	454	588	505	512
BG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DE	1.117	1.823	2.989	6.082	7.429	6.517	930	1.835	1.960	2.535	3.155	2.835	189	372	397	514	511	235	2.236	4.030	5.346	9.131	11.095	9.587	
DK	2.478	5.458	4.763	3.998	5.304	6.278	353	696	743	961	1.532	1.628	-	-	-	-	-	-	2.831	6.154	5.506	4.960	6.836	7.906	
EE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ES	-	-	-	-	19	19	110	216	231	299	205	5	-	-	-	-	-	-	110	216	231	299	224	24	
FI	100	77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	77	-	-	-	-	-
FR	56	43	-	-	23	240	-	-	-	-	-	-	189	372	397	514	877	1.069	244	415	397	514	900	1.309	
HR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NL	-	-	-	-	-	-	157	310	331	428	615	1.171	-	-	-	-	-	-	157	310	331	428	615	1.171	
PL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	108	213	227	294	267	78	108	213	227	294	267	78	
SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	404	797	851	1.101	1.232	1.289	404	797	851	1.101	1.237	1.293	
<b>EU</b>	<b>3.751</b>	<b>7.401</b>	<b>7.752</b>	<b>10.080</b>	<b>12.774</b>	<b>13.054</b>	<b>1.765</b>	<b>3.483</b>	<b>3.719</b>	<b>4.811</b>	<b>6.016</b>	<b>6.155</b>	<b>889</b>	<b>1.754</b>	<b>1.873</b>	<b>2.423</b>	<b>2.888</b>	<b>2.671</b>	<b>6.405</b>	<b>12.638</b>	<b>13.345</b>	<b>17.314</b>	<b>21.679</b>	<b>21.880</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VI.8. Empleos indirectos en fabricación por componente y Estado miembro. Eólica marina (2008-2013).

EM	Empleos indirectos fabricación turbinas						Empleos indirectos fabricación cimentaciones						Empleos indirectos fabricación cableado						Total empleos indirectos fabricación						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
AT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
BE	-	-	-	-	-	-	162	319	341	441	379	384	-	-	-	-	-	-	-	162	319	341	441	379	384
BG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DE	838	1.367	2.242	4.561	5.571	4.887	698	1.376	1.470	1.901	2.366	2.126	141	279	298	385	383	177	1.677	3.023	4.010	6.848	8.321	7.190	
DK	1.859	4.094	3.572	2.999	3.978	4.708	265	522	557	721	1.149	1.221	-	-	-	-	-	-	2.123	4.616	4.130	3.720	5.127	5.930	
EE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ES	-	-	-	-	14	14	82	162	173	224	154	3	-	-	-	-	-	-	82	162	173	224	168	18	
FI	75	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75	58	-	-	-	-	-
FR	42	32	-	-	17	180	-	-	-	-	-	-	141	279	298	385	658	802	183	311	298	385	675	982	
HR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NL	-	-	-	-	-	-	118	233	248	321	461	878	-	-	-	-	-	-	118	233	248	321	461	878	-
PL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81	159	170	220	201	59	81	159	170	220	201	59	-
SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	303	598	639	826	924	967	303	598	639	826	928	970	-
<b>EU</b>	<b>2.813</b>	<b>5.550</b>	<b>5.814</b>	<b>7.560</b>	<b>9.580</b>	<b>9.790</b>	<b>1.324</b>	<b>2.612</b>	<b>2.790</b>	<b>3.608</b>	<b>4.512</b>	<b>4.616</b>	<b>667</b>	<b>1.316</b>	<b>1.405</b>	<b>1.817</b>	<b>2.166</b>	<b>2.003</b>	<b>4.804</b>	<b>9.478</b>	<b>10.009</b>	<b>12.986</b>	<b>16.259</b>	<b>16.410</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VI. 9. Empleos totales en fabricación por componente y Estado miembro. Eólica marina (2008-2013).

EM	Empleos totales fabricación turbinas						Empleos totales fabricación cimentaciones						Empleos totales fabricación cableado						Total empleos fabricación					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
AT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
BE	-	-	-	-	-	-	377	745	795	1.028	883	896	-	-	-	-	-	-	377	745	795	1.028	883	896
BG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DE	1.955	3.190	5.231	10.643	13.000	11.404	1.628	3.212	3.430	4.436	5.521	4.961	330	651	695	899	895	412	3.913	7.053	9.356	15.979	19.416	16.776
DK	4.337	9.552	8.335	6.997	9.282	10.986	617	1.218	1.300	1.682	2.681	2.849	-	-	-	-	-	-	4.954	10.770	9.636	8.679	11.962	13.836
EE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ES	-	-	-	-	33	33	192	379	404	523	358	8	-	-	-	-	-	-	192	379	404	523	392	41
FI	175	134	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	175	134	-	-	-	-
FR	97	75	-	-	40	420	-	-	-	-	-	-	330	651	695	899	1.535	1.871	427	726	695	899	1.575	2.291
HR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NL	-	-	-	-	-	-	275	543	579	750	1.077	2.049	-	-	-	-	-	-	275	543	579	750	1.077	2.049
PL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	189	372	397	514	468	137	189	372	397	514	468	137
SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8	707	1.395	1.490	1.927	2.157	2.255	707	1.395	1.490	1.927	2.165	2.263
<b>EU</b>	<b>6.564</b>	<b>12.951</b>	<b>13.567</b>	<b>17.640</b>	<b>22.354</b>	<b>22.844</b>	<b>3.089</b>	<b>6.095</b>	<b>6.509</b>	<b>8.419</b>	<b>10.529</b>	<b>10.771</b>	<b>1.556</b>	<b>3.070</b>	<b>3.278</b>	<b>4.240</b>	<b>5.055</b>	<b>4.675</b>	<b>11.210</b>	<b>22.116</b>	<b>23.354</b>	<b>30.300</b>	<b>37.938</b>	<b>38.290</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VI.10. Empleos directos por actividad y Estado miembro. Fotovoltaica (2008-2013).

EM	Empleos directos OyM						Empleos directos instalación						Empleos directos fabricación						Total empleos directos					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
AT	6	9	15	27	57	91	28	111	210	403	978	1.091	1.137	994	1.550	1.660	1.151	565	1.171	1.115	1.775	2.089	2.186	1.748
BE	14	103	165	293	350	394	296	2.767	3.578	4.377	2.211	873	701	581	1.016	1.650	1.802	556	1.012	3.451	4.760	6.321	4.363	1.823
BG	0	1	5	30	126	135	8	24	130	791	3.005	424	18	11	15	46	132	498	26	35	151	867	3.264	1.057
CY	0	1	1	1	2	5	5	6	14	17	30	71	95	124	258	184	107	64	100	131	273	202	139	140
CZ	11	83	312	273	274	281	295	2.248	7.324	-	454	448	667	868	1.257	1.700	871	517	973	3.198	8.893	1.973	1.600	1.247
DE	1.174	1.780	2.764	3.586	4.430	4.753	10.884	21.673	36.288	32.932	31.697	13.441	11.029	9.653	15.116	21.739	12.634	9.311	23.086	33.106	54.169	58.256	48.761	27.505
DK	1	1	1	2	54	70	1	7	12	42	1.563	630	522	576	1.407	2.095	2.498	1.828	523	584	1.420	2.140	4.115	2.529
EE	-	0	0	0	0	0	-	0	-	0	-	-	753	4	64	89	137	131	753	4	64	90	137	131
EL	4	10	33	90	209	341	56	201	736	1.873	3.802	4.233	10	25	330	441	232	175	70	235	1.099	2.404	4.243	4.749
ES	667	615	614	618	612	621	16.123	94	1.818	1.666	810	416	1.288	1.156	2.277	3.518	2.025	1.199	18.078	1.865	4.709	5.802	3.447	2.236
FI	1	1	2	2	2	1	3	11	10	7	-	-	442	356	446	1.162	1.101	768	446	368	458	1.170	1.103	770
FR	22	60	191	421	546	620	375	1.217	4.221	7.720	4.498	2.489	502	485	785	878	1.074	853	899	1.761	5.197	9.019	6.117	3.962
HR	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	70	63	100	78	140	57	369	63	100	78	140	57	441
HU	0	0	0	0	1	2	1	1	5	4	4	13	384	392	757	1.061	1.060	413	384	393	763	1.066	1.064	428
IE	0	0	0	0	0	0	-	1	0	-	-	0	28	8	13	30	30	47	28	10	14	30	30	48
IT	89	207	554	1.827	2.226	2.325	2.029	3.844	11.390	40.904	14.915	5.937	1.373	1.010	2.016	6.544	5.882	4.046	3.491	5.061	13.960	49.274	23.023	12.307
LT	0	0	0	0	1	9	1	0	-	-	25	251	2	1	3	5	14	11	3	1	3	5	39	271
LU	5	5	5	6	10	13	4	10	15	49	138	95	96	147	209	278	194	82	104	162	228	333	342	190
LV	-	-	-	0	0	0	-	0	-	7	-	-	1	0	0	0	1	3	1	0	0	7	1	3
MT	0	0	1	1	3	3	1	7	11	12	50	24	22	3	10	30	9	3	23	10	22	44	62	30
NL	11	12	14	21	49	88	25	59	103	255	913	1.218	506	651	1.604	2.111	2.042	1.144	542	722	1.721	2.386	3.004	2.450
PL	0	0	0	0	0	1	2	2	2	4	5	2	12	94	227	508	562	365	15	96	229	512	568	368
PT	13	18	21	25	33	37	300	188	140	168	292	214	170	101	176	205	93	51	484	308	337	397	418	302
RO	0	0	0	1	1	135	1	1	6	7	12	3.950	1	1	13	108	211	23	2	2	20	115	223	4.108
SE	2	2	2	2	3	6	10	5	13	19	34	77	605	597	635	407	530	257	617	603	650	429	567	340
SI	0	2	7	14	29	34	6	38	852	241	487	135	32	45	170	373	133	127	38	84	1.030	628	650	296
SK	0	0	28	70	70	71	0	1	179	1.377	125	-	11	69	277	191	176	196	12	69	484	1.637	371	267
UK	4	5	12	142	231	362	27	39	247	3.954	2.972	4.187	1.141	956	1.077	1.956	1.529	1.554	1.172	1.000	1.336	6.053	4.733	6.102
<b>EU</b>	<b>2.025</b>	<b>2.915</b>	<b>4.747</b>	<b>7.453</b>	<b>9.319</b>	<b>10.399</b>	<b>30.481</b>	<b>32.554</b>	<b>67.306</b>	<b>96.829</b>	<b>69.020</b>	<b>40.292</b>	<b>21.611</b>	<b>19.005</b>	<b>31.787</b>	<b>49.108</b>	<b>36.286</b>	<b>25.156</b>	<b>54.118</b>	<b>54.474</b>	<b>103.840</b>	<b>153.390</b>	<b>114.626</b>	<b>75.847</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VI.11. Empleos indirectos por actividad y Estado miembro. Fotovoltaica (2008-2013).

EM	Empleos indirectos OyM						Empleos indirectos instalación						Empleos indirectos fabricación						Total empleos indirectos					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
AT	5	7	11	20	43	68	12	46	88	168	407	455	3.123	2.549	3.991	4.343	2.952	1.488	3.140	2.602	4.090	4.531	3.402	2.011
BE	10	77	124	220	262	295	124	1.153	1.491	1.824	921	364	2.187	1.772	3.144	5.187	5.706	1.742	2.320	3.002	4.759	7.231	6.889	2.401
BG	0	1	4	23	95	101	3	10	54	330	1.252	177	54	29	44	133	346	1.402	57	40	102	485	1.693	1.680
CY	0	0	1	1	2	3	2	3	6	7	12	30	303	396	824	588	338	201	305	399	831	596	352	234
CZ	8	62	234	205	205	211	123	937	3.052	-	189	187	2.123	2.769	3.974	5.319	2.722	1.594	2.254	3.768	7.259	5.524	3.117	1.992
DE	880	1.335	2.073	2.689	3.322	3.565	4.535	9.030	15.120	13.722	13.207	5.601	31.064	26.343	40.051	58.927	35.166	26.338	36.479	36.708	57.245	75.338	51.695	35.503
DK	0	1	1	2	41	53	0	3	5	18	651	263	1.242	1.359	3.304	4.911	5.883	4.293	1.243	1.362	3.310	4.930	6.574	4.609
EE	-	0	0	0	0	0	-	0	-	0	-	-	1.757	8	149	208	320	307	1.757	9	149	208	320	308
EL	3	7	25	68	157	256	23	84	307	780	1.584	1.764	32	61	815	1.155	634	478	58	152	1.146	2.003	2.375	2.498
ES	500	461	461	463	459	466	6.718	39	757	694	338	173	3.909	3.342	6.492	10.084	5.517	3.056	11.128	3.842	7.710	11.242	6.313	3.695
FI	1	1	1	1	1	1	1	5	4	3	-	-	1.057	854	1.063	2.727	2.580	1.797	1.059	859	1.068	2.731	2.581	1.799
FR	17	45	143	316	409	465	156	507	1.759	3.217	1.874	1.037	1.525	1.455	2.235	2.491	3.112	2.509	1.698	2.007	4.136	6.024	5.395	4.011
HR	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	29	203	318	247	433	162	1.168	203	318	247	433	162	1.199
HU	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	2	5	1.226	1.249	2.175	3.032	3.009	1.208	1.226	1.249	2.177	3.034	3.011	1.215
IE	0	0	0	0	0	0	-	0	0	-	-	0	70	27	38	84	82	125	70	27	39	84	82	125
IT	67	155	416	1.370	1.669	1.743	845	1.602	4.746	17.043	6.214	2.474	3.413	2.523	5.098	16.475	15.255	11.105	4.325	4.279	10.260	34.889	23.139	15.322
LT	0	0	0	0	1	7	1	0	-	-	10	105	5	3	7	14	40	32	6	3	7	14	51	143
LU	4	4	4	4	8	10	2	4	6	21	57	39	235	437	628	798	564	227	240	444	638	823	629	276
LV	-	-	-	0	0	0	-	0	-	3	-	-	3	0	0	1	3	8	3	0	0	4	3	9
MT	0	0	0	1	2	2	0	3	4	5	21	10	69	9	33	97	29	8	70	12	38	103	52	21
NL	8	9	11	16	37	66	10	24	43	106	380	508	1.318	1.910	4.681	6.206	6.196	3.360	1.337	1.943	4.735	6.328	6.613	3.933
PL	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	1	34	262	709	1.588	1.752	1.131	35	263	710	1.590	1.754	1.132
PT	10	14	16	18	25	28	125	79	58	70	122	89	520	317	542	595	286	146	655	409	616	684	433	263
RO	0	0	0	0	1	101	0	0	3	3	5	1.646	4	3	41	344	667	62	5	4	44	347	673	1.809
SE	1	1	1	2	2	4	4	2	6	8	14	32	1.893	1.795	1.923	1.079	1.319	653	1.899	1.798	1.929	1.088	1.335	689
SI	0	1	5	11	22	25	2	16	355	101	203	56	100	140	539	1.111	419	404	103	157	899	1.222	644	486
SK	0	0	21	52	53	53	0	0	74	574	52	-	28	168	734	464	443	562	28	169	830	1.089	548	615
UK	3	4	9	107	174	271	11	16	103	1.648	1.238	1.744	3.403	2.858	3.145	5.562	4.188	4.297	3.417	2.878	3.257	7.316	5.600	6.313
<b>EU</b>	<b>1.519</b>	<b>2.186</b>	<b>3.560</b>	<b>5.590</b>	<b>6.990</b>	<b>7.800</b>	<b>12.701</b>	<b>13.564</b>	<b>28.044</b>	<b>40.345</b>	<b>28.758</b>	<b>16.788</b>	<b>60.901</b>	<b>52.955</b>	<b>86.627</b>	<b>133.955</b>	<b>99.689</b>	<b>69.703</b>	<b>75.120</b>	<b>68.705</b>	<b>118.232</b>	<b>179.890</b>	<b>135.437</b>	<b>94.291</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VI.12. Empleos totales por actividad y Estado miembro. Fotovoltaica (2008-2013).

EM	Empleos totales OyM						Empleos totales instalación						Empleos totales fabricación						Total empleos					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
AT	11	16	27	47	100	159	40	157	298	571	1.385	1.546	4.260	3.543	5.541	6.002	4.103	2.054	4.311	3.717	5.865	6.620	5.588	3.759
BE	24	180	289	513	612	689	420	3.921	5.069	6.201	3.133	1.237	2.888	2.353	4.160	6.837	7.508	2.298	3.332	6.453	9.519	13.551	11.253	4.224
BG	0	2	9	53	221	235	11	33	185	1.121	4.258	601	71	40	59	179	478	1.900	83	75	253	1.352	4.957	2.736
CY	1	1	2	3	4	8	6	9	20	24	42	101	399	519	1.082	772	445	265	406	529	1.104	799	491	374
CZ	19	145	546	478	479	493	418	3.184	10.376	-	644	635	2.790	3.637	5.230	7.019	3.594	2.111	3.227	6.966	16.152	7.497	4.717	3.239
DE	2.054	3.116	4.837	6.275	7.752	8.318	15.419	30.703	51.408	46.654	44.904	19.042	42.092	35.995	55.168	80.666	47.800	35.649	59.565	69.815	111.413	133.595	100.456	63.008
DK	1	1	2	4	95	123	2	10	17	60	2.214	893	1.764	1.935	4.711	7.006	8.380	6.122	1.767	1.947	4.730	7.070	10.689	7.137
EE	-	0	0	0	0	0	-	0	-	1	-	-	2.511	12	212	297	457	438	2.511	12	212	298	457	438
EL	6	17	57	158	366	597	79	284	1.043	2.653	5.386	5.997	43	86	1.145	1.596	866	653	128	388	2.246	4.406	6.617	7.247
ES	1.167	1.076	1.075	1.081	1.071	1.087	22.841	133	2.575	2.360	1.148	589	5.197	4.499	8.769	13.603	7.541	4.255	29.206	5.707	12.419	17.044	9.760	5.931
FI	2	2	3	3	3	3	5	16	14	9	-	-	1.499	1.209	1.509	3.888	3.681	2.565	1.505	1.227	1.525	3.901	3.683	2.568
FR	39	105	333	737	955	1.085	532	1.724	5.980	10.937	6.372	3.526	2.027	1.940	3.019	3.369	4.185	3.361	2.597	3.768	9.333	15.044	11.512	7.973
HR	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	99	267	418	325	573	218	1.536	267	418	325	573	218	1.640
HU	0	0	1	1	1	4	1	2	8	6	5	18	1.610	1.641	2.932	4.093	4.069	1.621	1.611	1.642	2.940	4.100	4.075	1.643
IE	0	0	0	0	0	0	-	2	1	-	-	1	98	35	51	113	113	172	98	37	52	113	113	173
IT	156	362	970	3.197	3.895	4.068	2.874	5.446	16.136	57.947	21.129	8.411	4.786	3.532	7.115	23.020	21.137	15.150	7.817	9.340	24.220	84.163	46.162	27.629
LT	0	0	0	0	1	16	2	0	-	-	35	356	7	5	10	19	54	43	8	5	10	19	90	415
LU	8	8	8	10	18	23	5	14	22	70	195	134	331	584	836	1.076	759	309	344	606	866	1.156	971	466
LV	-	-	-	0	0	0	-	0	-	9	-	-	4	0	0	1	4	12	4	0	0	11	4	12
MT	0	0	1	2	4	6	1	10	15	17	71	35	91	12	44	127	38	11	92	23	60	147	113	52
NL	19	21	25	37	87	154	35	83	146	361	1.293	1.726	1.825	2.561	6.286	8.316	8.237	4.504	1.879	2.665	6.456	8.714	9.617	6.383
PL	0	0	1	1	1	1	3	3	3	5	7	3	46	356	936	2.096	2.314	1.496	50	359	939	2.102	2.322	1.500
PT	23	32	36	43	57	65	426	267	198	237	414	303	690	418	718	801	379	197	1.139	717	953	1.081	850	565
RO	0	0	1	1	2	236	1	1	9	10	17	5.596	6	4	55	451	878	85	7	6	64	462	896	5.917
SE	3	3	3	4	6	10	14	7	19	27	48	109	2.499	2.392	2.557	1.486	1.849	910	2.516	2.401	2.579	1.517	1.902	1.029
SI	1	3	13	25	52	59	8	53	1.207	342	690	192	132	185	709	1.483	552	531	141	241	1.929	1.850	1.294	782
SK	0	0	49	122	123	124	0	1	253	1.950	177	-	40	237	1.012	654	619	758	40	238	1.314	2.727	919	882
UK	8	9	21	249	405	633	38	55	350	5.602	4.210	5.931	4.543	3.814	4.222	7.519	5.717	5.851	4.589	3.878	4.593	13.369	10.333	12.415
<b>EU</b>	<b>3.544</b>	<b>5.101</b>	<b>8.307</b>	<b>13.043</b>	<b>16.309</b>	<b>18.199</b>	<b>43.182</b>	<b>46.119</b>	<b>95.350</b>	<b>137.174</b>	<b>97.779</b>	<b>57.080</b>	<b>82.512</b>	<b>71.960</b>	<b>118.415</b>	<b>183.063</b>	<b>135.975</b>	<b>94.859</b>	<b>129.238</b>	<b>123.180</b>	<b>222.072</b>	<b>333.280</b>	<b>250.063</b>	<b>170.138</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VI.13. Empleos directos en fabricación de equipos por componente y Estado miembro. Fotovoltaica (2008-2013).

EM	Empleos directos fabricación paneles solares						Empleos directos fabricación inversores						Empleos directos fabricación					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
AT	544	265	432	543	307	195	593	729	1.118	1.116	844	370	1.137	994	1.550	1.660	1.151	565
BE	635	479	892	1.543	1.732	514	67	102	124	107	70	42	701	581	1.016	1.650	1.802	556
BG	14	5	9	29	44	276	3	6	6	17	89	222	18	11	15	46	132	498
CY	93	124	256	182	103	59	2	0	2	2	3	5	95	124	258	184	107	64
CZ	654	859	1.202	1.561	795	448	13	8	55	139	76	69	667	868	1.257	1.700	871	517
DE	6.150	4.407	5.515	9.466	6.561	5.323	4.878	5.246	9.601	12.272	6.073	3.988	11.029	9.653	15.116	21.739	12.634	9.311
DK	29	16	25	25	63	32	492	561	1.381	2.071	2.435	1.796	522	576	1.407	2.095	2.498	1.828
EE	0	0	1	0	0	3	753	3	63	89	137	128	753	4	64	89	137	131
EL	10	5	52	145	107	81	1	20	278	296	125	93	10	25	330	441	232	175
ES	1.044	743	1.361	2.163	915	298	243	413	916	1.356	1.110	901	1.288	1.156	2.277	3.518	2.025	1.199
FI	31	28	25	18	12	6	411	328	421	1.144	1.089	762	442	356	446	1.162	1.101	768
FR	409	374	466	512	699	599	93	111	319	366	375	254	502	485	785	878	1.074	853
HR	63	98	75	121	34	355	0	1	3	19	22	14	63	100	78	140	57	369
HU	381	386	471	642	618	283	2	6	286	419	442	130	384	392	757	1.061	1.060	413
IE	4	8	9	17	13	17	25	0	4	13	17	30	28	8	13	30	30	47
IT	241	192	454	1.392	1.766	1.921	1.132	817	1.562	5.152	4.116	2.124	1.373	1.010	2.016	6.544	5.882	4.046
LT	1	1	1	3	9	7	0	0	1	1	4	4	2	1	3	5	14	11
LU	14	108	163	172	128	42	82	40	46	106	67	40	96	147	209	278	194	82
LV	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	1	3
MT	21	3	10	30	9	2	0	0	0	0	0	1	22	3	10	30	9	3
NL	158	450	1.082	1.478	1.652	797	349	201	522	632	389	347	506	651	1.604	2.111	2.042	1.144
PL	6	50	208	466	507	322	7	44	18	42	55	43	12	94	227	508	562	365
PT	142	94	150	135	81	31	28	7	26	70	11	20	170	101	176	205	93	51
RO	1	1	12	107	203	9	0	0	1	1	8	14	1	1	13	108	211	23
SE	555	464	510	148	95	60	51	133	125	260	435	197	605	597	635	407	530	257
SI	28	42	163	278	125	123	4	3	7	94	8	4	32	45	170	373	133	127
SK	2	10	101	21	37	121	10	59	177	170	139	75	11	69	277	191	176	196
UK	856	723	728	1.151	715	775	285	233	349	806	814	779	1.141	956	1.077	1.956	1.529	1.554
<b>EU</b>	<b>12.086</b>	<b>9.934</b>	<b>14.374</b>	<b>22.348</b>	<b>17.332</b>	<b>12.700</b>	<b>9.525</b>	<b>9.072</b>	<b>17.414</b>	<b>26.760</b>	<b>18.954</b>	<b>12.456</b>	<b>21.611</b>	<b>19.005</b>	<b>31.787</b>	<b>49.108</b>	<b>36.286</b>	<b>25.156</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VI.14. Empleos indirectos en fabricación de equipos por componente y Estado miembro. Fotovoltaica (2008-2013).

EM	Empleos indirectos fabricación paneles solares						Empleos indirectos fabricación inversores						Empleos indirectos fabricación					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
AT	1.739	847	1.382	1.738	983	625	1.384	1.702	2.609	2.605	1.969	863	3.123	2.549	3.991	4.343	2.952	1.488
BE	2.031	1.534	2.855	4.937	5.543	1.644	156	238	289	250	163	98	2.187	1.772	3.144	5.187	5.706	1.742
BG	46	15	30	93	140	884	8	14	14	40	207	518	54	29	44	133	346	1.402
CY	297	396	820	583	331	190	6	0	4	5	8	11	303	396	824	588	338	201
CZ	2.093	2.749	3.846	4.996	2.544	1.433	30	20	128	323	178	161	2.123	2.769	3.974	5.319	2.722	1.594
DE	19.681	14.103	17.648	30.292	20.996	17.032	11.383	12.240	22.403	28.635	14.170	9.306	31.064	26.343	40.051	58.927	35.166	26.338
DK	93	50	81	79	201	102	1.149	1.308	3.223	4.832	5.682	4.192	1.242	1.359	3.304	4.911	5.883	4.293
EE	0	0	2	1	2	9	1.757	8	147	207	319	299	1.757	8	149	208	320	307
EL	30	15	165	464	342	260	2	46	650	690	291	218	32	61	815	1.155	634	478
ES	3.342	2.377	4.355	6.921	2.928	955	567	965	2.137	3.163	2.589	2.101	3.909	3.342	6.492	10.084	5.517	3.056
FI	98	89	80	58	39	19	959	765	983	2.669	2.541	1.778	1.057	854	1.063	2.727	2.580	1.797
FR	1.308	1.196	1.490	1.638	2.237	1.916	216	259	745	854	875	593	1.525	1.455	2.235	2.491	3.112	2.509
HR	203	315	239	388	109	1.136	0	3	8	44	52	32	203	318	247	433	162	1.168
HU	1.221	1.235	1.507	2.053	1.978	904	5	14	668	979	1.031	304	1.226	1.249	2.175	3.032	3.009	1.208
IE	12	26	28	54	43	55	57	1	10	29	39	70	70	27	38	84	82	125
IT	771	615	1.454	4.453	5.651	6.148	2.642	1.907	3.645	12.022	9.604	4.957	3.413	2.523	5.098	16.475	15.255	11.105
LT	5	3	4	11	30	22	0	1	3	3	10	10	5	3	7	14	40	32
LU	44	344	520	551	408	134	191	93	107	247	156	93	235	437	628	798	564	227
LV	0	0	0	0	2	3	3	0	0	0	1	5	3	0	0	1	3	8
MT	69	9	33	96	28	7	1	0	0	1	0	2	69	9	33	97	29	8
NL	505	1.442	3.464	4.730	5.287	2.551	813	468	1.218	1.476	909	809	1.318	1.910	4.681	6.206	6.196	3.360
PL	18	161	666	1.491	1.623	1.030	16	102	43	98	129	101	34	262	709	1.588	1.752	1.131
PT	455	300	482	431	260	98	65	16	60	164	26	48	520	317	542	595	286	146
RO	4	3	39	342	650	30	1	0	3	2	18	32	4	3	41	344	667	62
SE	1.775	1.485	1.631	473	302	193	118	310	292	606	1.016	460	1.893	1.795	1.923	1.079	1.319	653
SI	91	133	523	891	399	394	9	7	16	220	20	10	100	140	539	1.111	419	404
SK	5	31	322	67	118	386	23	138	412	397	325	176	28	168	734	464	443	562
UK	2.738	2.315	2.331	3.683	2.289	2.479	665	543	814	1.880	1.899	1.819	3.403	2.858	3.145	5.562	4.188	4.297
<b>EU</b>	<b>38.675</b>	<b>31.787</b>	<b>45.996</b>	<b>71.514</b>	<b>55.462</b>	<b>40.639</b>	<b>22.225</b>	<b>21.167</b>	<b>40.632</b>	<b>62.441</b>	<b>44.227</b>	<b>29.064</b>	<b>60.901</b>	<b>52.955</b>	<b>86.627</b>	<b>133.955</b>	<b>99.689</b>	<b>69.703</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VI.15. Empleos totales en fabricación de equipos por componente y Estado miembro. Fotovoltaica (2008-2013).

EM	Empleos totales fabricación paneles solares						Empleos totales fabricación inversores						Empleos totales fabricación					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
AT	2.283	1.112	1.814	2.281	1.290	821	1.977	2.431	3.728	3.721	2.813	1.233	4.260	3.543	5.541	6.002	4.103	2.054
BE	2.665	2.014	3.747	6.480	7.275	2.158	223	340	413	357	233	140	2.888	2.353	4.160	6.837	7.508	2.298
BG	61	20	39	122	183	1.160	11	20	20	57	295	741	71	40	59	179	478	1.900
CY	390	519	1.077	765	434	250	8	0	5	7	11	15	399	519	1.082	772	445	265
CZ	2.747	3.609	5.048	6.557	3.339	1.880	43	28	182	462	255	231	2.790	3.637	5.230	7.019	3.594	2.111
DE	25.831	18.510	23.163	39.758	27.557	22.355	16.261	17.486	32.005	40.908	20.242	13.294	42.092	35.995	55.168	80.666	47.800	35.649
DK	123	66	106	104	264	134	1.641	1.869	4.604	6.903	8.117	5.988	1.764	1.935	4.711	7.006	8.380	6.122
EE	0	0	2	1	2	11	2.510	12	210	296	455	427	2.511	12	212	297	457	438
EL	40	20	217	610	449	342	3	66	928	986	416	311	43	86	1.145	1.596	866	653
ES	4.386	3.120	5.717	9.084	3.843	1.253	810	1.378	3.053	4.518	3.698	3.002	5.197	4.499	8.769	13.603	7.541	4.255
FI	129	117	105	76	51	25	1.370	1.093	1.404	3.812	3.630	2.540	1.499	1.209	1.509	3.888	3.681	2.565
FR	1.717	1.570	1.955	2.150	2.935	2.514	309	370	1.064	1.220	1.250	847	2.027	1.940	3.019	3.369	4.185	3.361
HR	266	413	314	510	143	1.491	0	4	11	63	75	45	267	418	325	573	218	1.536
HU	1.602	1.621	1.978	2.695	2.596	1.187	8	20	955	1.398	1.473	434	1.610	1.641	2.932	4.093	4.069	1.621
IE	16	34	37	71	57	72	82	1	15	42	56	100	98	35	51	113	113	172
IT	1.011	807	1.908	5.845	7.417	8.069	3.775	2.725	5.207	17.175	13.721	7.081	4.786	3.532	7.115	23.020	21.137	15.150
LT	6	4	6	14	40	29	0	1	4	5	14	14	7	5	10	19	54	43
LU	58	452	683	724	536	176	273	132	153	352	223	133	331	584	836	1.076	759	309
LV	0	0	0	0	3	4	4	0	0	1	1	7	4	0	0	1	4	12
MT	90	12	44	126	37	9	1	0	0	1	0	3	91	12	44	127	38	11
NL	663	1.892	4.546	6.208	6.939	3.348	1.162	669	1.740	2.108	1.298	1.156	1.825	2.561	6.286	8.316	8.237	4.504
PL	24	211	875	1.956	2.130	1.352	22	145	61	140	184	144	46	356	936	2.096	2.314	1.496
PT	597	394	632	566	342	129	93	23	86	235	37	68	690	418	718	801	379	197
RO	5	4	51	448	853	40	1	0	4	3	25	45	6	4	55	451	878	85
SE	2.330	1.949	2.141	620	397	253	169	443	417	866	1.452	657	2.499	2.392	2.557	1.486	1.849	910
SI	119	174	686	1.170	524	517	13	10	23	314	28	15	132	185	709	1.483	552	531
SK	7	40	423	88	155	507	32	197	589	567	464	251	40	237	1.012	654	619	758
UK	3.593	3.038	3.059	4.833	3.004	3.253	950	776	1.163	2.685	2.713	2.598	4.543	3.814	4.222	7.519	5.717	5.851
<b>EU</b>	<b>50.762</b>	<b>41.721</b>	<b>60.369</b>	<b>93.863</b>	<b>72.794</b>	<b>53.338</b>	<b>31.750</b>	<b>30.239</b>	<b>58.045</b>	<b>89.201</b>	<b>63.181</b>	<b>41.520</b>	<b>82.512</b>	<b>71.960</b>	<b>118.415</b>	<b>183.063</b>	<b>135.975</b>	<b>94.859</b>

Fuente: Elaboración propia.



