

# EMPLEO ASOCIADO AL IMPULSO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

ESTUDIO TÉCNICO  
PER 2011-2020



**IDAE**

Instituto para la Diversificación  
y Ahorro de la Energía



# EMPLEO ASOCIADO AL IMPULSO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

**Coordinador de la edición de Estudios Técnicos PER 2011-2020:**  
Jaume Margarit i Roset, Director de Energías Renovables de IDAE

**Título:** Empleo asociado al impulso de las energías renovables.  
Estudio Técnico PER 2011-2020

**Madrid, 2011**

**Autores:**

ISTAS: Manuel Garí (dirección), Guillermo Arregui (coordinación),  
José Candela, Bruno Estrada, Bibiana Medialdea, Sara Pérez

**Coordinación y revisión IDAE:** Germán Prieto, Margarita Ortega

El presente estudio ha sido promovido por el IDAE en el marco de la elaboración del Plan de Energías Renovables (PER) en España 2011-2020. Aunque el IDAE ha supervisado la realización de los trabajos y ha aportado sus conocimientos y experiencia para su elaboración, los contenidos de esta publicación son responsabilidad de sus autores y no representan necesariamente la opinión del IDAE sobre los temas que se tratan en ella.

# ÍNDICE

<b>4</b>	Motivación y objeto del estudio
<b>8</b>	Situación energética actual
<b>12</b>	Procesos productivos de las energías renovables
<b>42</b>	Análisis de cuentas de resultados de las principales empresas del sector de energías renovables y evaluación de su impacto en el conjunto de la actividad económica
<b>60</b>	Estudio de casos
<b>64</b>	Situación y características del sector
<b>76</b>	Empleo generado en el sector de las energías renovables
<b>106</b>	Características del empleo generado
<b>116</b>	Perfiles profesionales
<b>128</b>	Conclusiones

# **1 Motivación y objeto del estudio**

La Directiva Europea 2009/28/CE relativa al fomento de las energías procedentes de fuentes renovables, marca tres objetivos obligatorios para todos los estados miembros, y por tanto para España, para el año 2020: la disminución en un 20% de la emisión de gases de efecto invernadero, la disminución de un 20% del consumo de energía primaria mediante la eficiencia energética y alcanzar una cuota global del 20% de energías renovables en el consumo final bruto de energía y un objetivo del 10% para las energías renovables en el transporte.

Varias fueron las medidas y normativas que impulsaron el inicio de las diversas energías renovables en el país, pero el RD 1578/08 y el Real Decreto-ley 6/2009, han supuesto –en opinión de las empresas del sector– un frenazo para sus expectativas de desarrollo.

A partir de 2011, la futura Ley de Energías Renovables y el nuevo Plan de Energías Renovables 2011-2020 establecerán un nuevo marco jurídico e institucional para dichas energías. Marco que modificará sustantivamente la relación entre iniciativa privada y ayudas públicas, y que deberá establecer la regulación del sector con el criterio de que el futuro del mismo no esté sujeto a vaivenes coyunturales ni a ayudas estatales o autonómicas.

La crisis actual, las restricciones financieras y lo arriba enunciado han afectado de forma importante al empleo en el sector de las energías renovables en relación con el existente en 2007. El sector más afectado es, por supuesto, el fotovoltaico.

Todo ello implica que disponer de un conocimiento de su actual realidad y de una hipótesis sobre sus potencialidades inmediatas son elementos muy importantes para la sociedad y las administraciones. Como lo es también –en el actual contexto de crisis social y económica– determinar el empleo generado por estas nuevas fuentes de energía. Propósitos ambos que adquieren especial relevancia ante el reto que supone cambiar el actual modelo insostenible por un nuevo modelo productivo y energético y una economía bajas en carbono.

En este sentido se ha llegado a un acuerdo de colaboración entre el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS) y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) para la realización de este estudio sobre el empleo asociado al impulso de las fuentes de energías renovables en España.

## 1.1 OBJETIVOS DEL PRESENTE ESTUDIO

1. Determinar la cantidad de puestos de trabajo directos e indirectos existentes en España el año 2009 asociados a las fuentes de energías renovables. Para ello, el estudio aborda de forma desagregada todas las tecnologías renovables en la producción de energía contempladas por la última y vigente Directiva comunitaria, así como las principales áreas de actividad que se desarrollan en el sector.
2. Realizar la descripción del sector de las energías renovables en 2009: número y tamaño de empresas, antigüedad, tipos de empresa y mercados de referencia.
3. Analizar las características del empleo generado en términos de cualificación profesional, género, edad, tipo de contrato y actividad.
4. Estimar la cantidad de puestos de trabajo directos e indirectos existentes en España en los años 2015 y 2020 asociados a las fuentes de energía renovables con los mismos criterios establecidos en el anterior apartado 1, teniendo en cuenta los planes del Gobierno de España para impulsar la participación de las energías renovables en el futuro mix energético nacional, los previsibles cambios estructurales del sector, y la posible evolución de la demanda teniendo en cuenta los posibles escenarios económicos, así como los avances en el ahorro y la eficiencia energética previstos en los objetivos gubernamentales y las políticas que los impulsan.
5. Construir indicadores y fijar índices para poder realizar un seguimiento continuo indirecto del empleo existente y creado en el periodo transcurrido desde la anterior estimación.

Para abordar estos objetivos en este estudio se han consultado diversas fuentes secundarias y la bibliografía existente, particularmente las investigaciones precedentes; se han analizado las Memorias de 2008 de 22 de las empresas más importantes del sector; se han realizado estudios de casos en empresas significativas de los distintos subsectores; se han efectuado entrevistas en profundidad con empresarios, trabajadores y expertos del sector de la energía; se ha realizado una encuesta a una muestra representativa de empresas; y se han analizado los convenios colectivos.

Las distintas técnicas de análisis aplicadas se complementan entre sí de forma que contribuyen a enriquecer los resultados del estudio. En primer lugar, se estudia cuál es la situación energética tanto a nivel del Estado Español como a escala europea (Capítulo 2), y se describen los procesos productivos de las tecnologías de las que se ocupa el estudio (Capítulo 3). A continuación, el análisis de las Memorias depositadas en el Registro Mercantil por 22 empresas altamente representativas del sector permite evaluar de forma aproximada el impacto del sector sobre el conjunto de la actividad económica del país (Capítulo 4). Por su parte, los estudios de caso realizados aportan información más concreta sobre empresas representativas de cada subsector (Capítulo 5). La información cualitativa obtenida a través de las entrevistas, en conjunción con el análisis de los resultados de la encuesta, ofrece una panorámica más completa del sector de las energías renovables. En primer lugar, informa sobre la situación y las características del sector (Capítulo 6), lo que además permite formular un escenario energético con proyecciones para 2015 y 2020. En segundo lugar, aporta información importante sobre el empleo generado y algunas de sus características (Capítulo 7), lo que permite establecer previsiones aproximativas de empleo en 2015 y 2020 según el escenario energético previamente definido. Por último, permite realizar una descripción del perfil de las ocupaciones y cualificaciones del sector (Capítulo 8), información que se completa con un análisis sistemático de los perfiles profesionales (Capítulo 9).





# 2 Situación energética actual

**Situación energética a nivel europeo.** A nivel energético la Unión Europea (UE) se caracteriza por su fuerte dependencia del exterior, actualmente por encima del 50%, debido al consumo de combustibles fósiles y nucleares. Este hecho sumado a la grave amenaza de cambio climático provocado por los gases de efecto invernadero ha provocado que la UE lidere a nivel mundial el cambio del modelo energético hacia un sistema más eficiente y con un peso cada vez más importante de las energías renovables.

En 2008 aparece el Paquete de Energía y Cambio Climático de la Unión Europea que plantea la disminución del consumo energético y el aumento del peso de las energías renovables, y después se publica la Directiva Europea 2009/28/CE relativa al fomento de las energías procedentes de fuentes renovables, en la que se marcan tres objetivos obligatorios para el año 2020: disminución en un 20% de la emisión de gases de efecto invernadero, disminución de un 20% del consumo de energía primaria mediante la eficiencia energética y alcanzar una cuota global del 20% de energías renovables en el consumo final bruto de energía y un objetivo del 10% para las energías renovables en el transporte. En el caso de los biocarburantes éstos deberán garantizar su sostenibilidad ambiental y social.

Respecto al consumo de energía primaria en Europa (EU-27), la principal fuente de energía es el petróleo (principalmente en el sector transporte), aunque en los últimos años el consumo de gas natural ha aumentado de forma considerable. Un crecimiento más moderado han tenido las energías renovables en su aportación a la producción de energía primaria, que sigue siendo minoritaria. Por el contrario, el carbón y el lignito han disminuido su producción mientras que la aportación de la energía nuclear se ha mantenido a niveles constantes en la última década. En el campo de las energías renovables, el aprovechamiento de la biomasa y los residuos junto con la energía hidráulica aportan la mayor parte de la producción de energía. Aunque es destacable el aumento producido en los últimos años de la energía eólica.

**Situación energética a nivel español.** La situación energética en el Estado Español también se caracteriza por una fuerte dependencia del exterior, mayor que la media de la Unión Europea, situándose por encima del 80%. Esta situación se debe principalmente a la dependencia española del petróleo y el gas natural y en menor medida al carbón de importación y al combustible nuclear.

**Energía primaria.** Respecto al consumo de energía primaria ha habido un fuerte crecimiento desde 1990. El incremento de energía primaria en el periodo 1990 a 2008 ha sido del 55,3%. Muy significativos han sido los incrementos entre 1997 a 2005. En este periodo el consumo de energía aumentó un 44,2%, con aumentos en 1997, 1998, 1999 y 2000, de un 5,64%, un 6,34%, un 4,73% y un 4,8% respectivamente. A partir del año 2005 el aumento en el consumo ha sido más moderado. En el año 2009 debido a la situación de crisis económica ha disminuido el consumo un 8% respecto al año anterior. La fuente de energía que ha sufrido un mayor retroceso ha sido el carbón.

Las energías renovables, a pesar de tener un volumen escaso en el consumo de energía total, están creciendo fuertemente siendo la única fuente de energía que ha visto aumentado su consumo en el año 2009 respecto al año anterior.

La situación en el año 2009 ha estado caracterizada por la baja demanda de energía. En el sector eléctrico todas las tecnologías convencionales han disminuido su producción excepto la hidráulica convencional. El régimen especial sin embargo ha aumentado su producción relativa un 18,3%. Esto ha producido importantes tensiones en el sector eléctrico: para cubrir la demanda de electricidad las energías renovables tienen preferencia, y por delante de éstas la energía nuclear, debido a que no es gestionable –por motivos técnicos no se puede parar y arrancar una central nuclear según las necesidades de la demanda– por lo tanto el denominado “hueco térmico” se ha visto muy disminuido y las tecnologías convencionales de gas, carbón y fuel han funcionado menos horas de las previstas. Debido a unas previsiones sobre la demanda eléctrica sobredimensionadas, en los últimos años se han instalado muchas centrales de ciclo combinado que estaban diseñadas para funcionar durante 3.000 h/año y han funcionado unas 2.000 h/año aproximadamente, lo que alarga el periodo de amortización; igualmente el sector del carbón está funcionando por debajo de sus previsiones. Todo ello produce conflictos entre las diferentes tecnologías.

El petróleo sigue siendo la principal fuente de energía primaria, aunque en la última década se ha producido un aumento muy importante en el consumo de gas natural. Por su parte la producción de energía nuclear se ha mantenido a niveles similares desde 1997. Las energías renovables no han conseguido aumentar significativamente su aportación al consumo de energía primaria a

pesar del aumento experimentado en la cobertura de la energía eléctrica. En el año 2009 todas las fuentes de energía convencional han disminuido su producción energética debido a la crisis económica. La fuente energética que ha sufrido una mayor disminución en su participación ha sido el carbón con un descenso del 24%.

En el año 2009 las energías renovables han aumentado en casi dos puntos porcentuales su cobertura en el consumo de energía primaria, que ha significado el aumento más importante desde que entró en vigor el Plan de Energías Renovables 2005-2010, y de la última década. Este aumento se ha debido principalmente al aumento de producción de energía eléctrica mediante energías renovables y a la disminución del consumo de energía primaria debida a la situación económica en este año. Este dato mantiene la tendencia de incremento de participación de las energías renovables en el consumo de energía primaria, desde el año 2005.

**Energía final.** El lento crecimiento que están teniendo las energías renovables en el sector transporte y en la generación de potencia térmica (sobre todo en términos de cobertura), es lo que produce que no aumente de forma significativa la cobertura de energías renovables sobre el consumo de energía total.

El sector transporte es el principal consumidor de energía final en España, y su consumo ha aumentado mucho en las dos últimas décadas: el 97% de los combustibles que se consumen en este sector son productos petrolíferos y existe una pequeña participación de las energías renovables y electricidad. De esto se deduce que el sector que más influye en el aumento de la dependencia energética española, es el sector transporte.

**Sector eléctrico.** En el sector eléctrico también ha sido muy significativa la disminución de la demanda del año 2009 (-4,4%), precedida por una fuerte desaceleración en su crecimiento en el año 2008 (0,8%), muy por debajo del 4% de crecimiento medio interanual de los cinco años precedentes. Estas tasas de crecimiento estaban muy por encima de las del conjunto de la Unión Europea, que ha tenido un crecimiento medio interanual del 1,7% entre 1996 y 2006.

En la producción de electricidad según las tecnologías que cubren la demanda eléctrica, lo más destacable es el crecimiento de la producción de ciclos combinados (gas natural) y de las fuentes

de energías renovables (eólica principalmente). Por el contrario, los grupos de carbón han ido disminuyendo progresivamente su producción en los últimos años.

Respecto a los intercambios de electricidad internacionales, se ha ido produciendo un crecimiento progresivo de las exportaciones desde el año 2004, con un ligero descenso en el año 2009. El Estado español es un exportador neto de energía eléctrica desde el año 2004.

La potencia instalada ha ido aumentando de forma muy significativa en la última década. Al final del año 2009 el sistema eléctrico cuenta con una capacidad de 98.502 MW, mientras que el máximo histórico en la demanda de potencia horaria, en diciembre de 2007, fue de 44.876 MW.

**Intensidad energética.** Respecto a la intensidad energética primaria, después de haber sufrido un crecimiento continuado desde 1990 se ha conseguido un cambio de tendencia iniciado en 2004, cuando comienza una cierta estabilización con una ligera tendencia a la baja. Sin embargo, España sigue teniendo un valor mayor que la media de la Unión Europea, donde en promedio se vienen registrando mejoras interanuales de la intensidad energética en torno al 1% desde 1990. Esto indica que existe un mayor potencial en el ahorro y la eficiencia energética hasta alcanzar la convergencia con el resto de la Unión Europea.



# **3 Procesos productivos de las energías renovables**

## 3.1 INTRODUCCIÓN

Los procesos productivos de las energías renovables abarcan una amplia variedad de etapas en las cuales intervienen un gran número de personas con diferentes perfiles profesionales; instituciones: tanto oficiales como privadas; tecnologías: nacionales y extranjeras.

A lo largo de este proceso se observa con frecuencia, cómo las empresas se centran en sus competencias esenciales subcontractando las actividades no básicas a terceros, que potencialmente pueden ofrecer una ventaja competitiva en su respectiva fase de actuación. De esta manera la línea de proceso no se plantea como una secuencia vertical sino que se apoya en elementos externos.

A continuación se describen las cadenas de valor que intervienen en el sector de las energías renovables. Se representará cada etapa del proceso, desde el momento en el que se piensa crear la instalación hasta el día en el que se produce el primer kWh de energía.

Se describe la cadena de valor genérica con los aspectos comunes de la producción de energía mediante fuentes renovables, a partir de la cual se distinguen dos procesos para la generación centralizada y distribuida de energía.

Por otro lado se han desarrollado dos etapas de esta cadena de valor que tienen especial relevancia en el sector o que tienen características propias: "Fabricación de componentes" con gran importancia en el sector industrial; y "Obtención de biomasa como materia prima" que tiene mucha importancia en el sector agrícola.

Se ha querido diferenciar la cadena de valor de la "Formación y fomento de las energías renovables", considerándolo un sub-sector muy importante para el desarrollo de estas energías pero que no participa directamente en la generación de energía.

## 3.2 ESQUEMA GENÉRICO DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA MEDIANTE FUENTES RENOVABLES

Aunque la clasificación de las energías renovables supone enormes diferencias respecto a los elementos que intervienen en sus respectivas instalaciones de generación, la realización de proyectos relacionados con estas energías encierra muchos aspectos en común.

La siguiente figura representa una secuencia general común para el desarrollo de los proyectos relacionados con estas tecnologías.

**Figura 3.1. Etapas que intervienen en el desarrollo de las energías renovables**



Fuente: elaboración propia

Existe gran variedad de instalaciones de energías renovables y no todas ellas realizan todas las

fases del proceso productivo. Existe una diferencia importante según el sector al que va destinada la generación de energía: industrial, transporte o doméstico. En este último caso existe una gran simplificación en el proceso de generación de energía, y no se realizan todas las etapas del proceso.

A partir de este esquema general se distinguen dos procesos productivos: "Generación centralizada de electricidad mediante fuentes renovables" y "Generación distribuida de energía térmica y eléctrica de baja potencia mediante fuentes renovables". Son dos modelos diferenciados de generación de energía mediante fuentes renovables con sus propias características, por lo que se ha especificado el proceso productivo de cada una de ellas.

### 3.2.1 Promoción del proyecto

La fase de promoción del proyecto comprende las actividades de:

- Selección del emplazamiento.
- Acuerdos de propiedad y disponibilidad del terreno/tejado.
- Elaboración de anteproyecto.
- Elaboración de estudio de impacto ambiental.
- Obtención de permisos y licencias.
- Estudio de viabilidad.
- Aprobación de la inversión.
- Acuerdos de comercialización de la energía, en el caso de generación de energía eléctrica.
- Evaluación de ofertas y contratación.

En la etapa de promoción de proyecto existe bastante diferencia entre los proyectos enfocados al sector industrial y aquellos enfocados al sector doméstico. En estos últimos estas etapas se simplifican bastante y normalmente están enfocados a la generación de energía térmica o al autoconsumo de energía eléctrica.



La fase de elección del emplazamiento puede que se vea limitada debido a la utilización de espacios con otras ocupaciones, como es el caso de instalaciones de energía solar fotovoltaica y térmica de baja temperatura, las cuales se desarrollan con frecuencia en términos de integración arquitectónica en edificaciones o en terrenos predeterminados. En cualquier caso se debe analizar las potencialidades del recurso para estos emplazamientos.

La explicación detallada de cada una de estas actividades se realiza en el apartado 3.4 “Generación centralizada de electricidad mediante fuentes renovables”, pues en este tipo de proyectos es en los que la promoción del proyecto adquiere una mayor importancia.

**Evaluación del recurso renovable/obtención de materia prima.** Para cualquier tecnología de recursos renovables (viento, sol, agua) es necesario realizar una evaluación detallada del recurso con la finalidad de entender y cuantificar con ayuda de herramientas de predicción, su comportamiento a lo largo del periodo de explotación. Diversas fuentes nos pueden aportar bases de datos con registros históricos medidos desde estaciones oficiales o privadas como son aeropuertos, otros emplazamientos similares cercanos, estaciones meteorológicas oficiales, puntos de observación especiales, etc.

En el caso de usos domésticos de la energía, esta evaluación es suficiente para el desarrollo del proyecto. En el caso de generación eléctrica centralizada, se requiere una evaluación detallada pues es necesario calcular con exactitud el retorno económico de las inversiones realizadas, mediante la predicción de generación de electricidad.

La obtención de materia prima es especialmente importante en el caso de la generación de energía mediante biomasa. Se dedica el epígrafe 3.6 al desarrollo de esta etapa, en particular en el caso de la biomasa.

### 3.2.2 Diseño

El diseño de la instalación según la complejidad de la misma lo puede realizar la empresa instaladora (sector doméstico), o una ingeniería especializada.

Se tendrá presente la legislación existente, especialmente aquella que exija el cumplimiento de

condiciones técnicas propias de las instalaciones. Estas pueden ser reglamentos, códigos, ordenanzas, etc. A su vez, pueden ser más estrictas atendiendo al nivel territorial correspondiente (estatal, autonómico y municipal) y a las políticas establecidas por cada gobernante.

La caracterización de la demanda es uno de los análisis más relevantes; en ella se establecen todas las características del consumo y se analizan aspectos colaterales como las necesidades reales de los consumidores finales, horas específicas de mayor consumo, etc.

### 3.2.3 Financiación

El desarrollo de un Proyecto Energético en materia de financiación dependerá de la magnitud de la instalación. Para el caso de grandes instalaciones estos proyectos suelen llevarse a cabo por empresas económicamente fuertes y con gran capacidad de contratación. La financiación del mismo se puede realizar con recursos propios o ajenos, pero normalmente se recurre a la financiación mediante fuentes externas, como parte de las políticas de expansión y crecimiento propias de estas empresas.

En la actualidad existen varias formas de financiamiento como son Titulación de Activos, Fondos de Inversión, y Project Finance. Este último es el más utilizado y según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), el 60% de los proyectos eólicos en España se financian mediante esta modalidad. Ésta se basa única y exclusivamente en los recursos generados por el propio proyecto de manera que sus flujos de caja y el valor de sus activos puedan responder por sí solos como garantía de reembolso de la financiación recibida.

Para que sea posible financiar un proyecto mediante esta modalidad, es necesario cumplir una serie de requisitos, entre los que destacan: flujos de caja estables, rentabilidad del proyecto, marco legal estable, promotor del proyecto o empresa titular con un gran respaldo económico, tamaño considerable del proyecto, posibilidad de asignar riesgos entre los participantes, etc.

En términos generales la financiación ha de seguir todas las etapas del proyecto muy de cerca, para ello se tienen en cuenta todos los contratos establecidos con diferentes actores en el desarrollo integral del proyecto, tales como: socios y promotores, constructores, operador del negocio,

suministrador de materias primas, compañías de seguros, comprador del producto terminado, etc. A su vez la entidad que va a financiar el proyecto puede contratar servicios de asesoría (comúnmente llamado *due-diligence*) en términos de mercado, medioambiental, de la actividad principal del proyecto, etc.

Además, el Real Decreto 661/2007 y el más reciente Real Decreto Ley 6/2009 establecen la obligatoriedad de presentación de un aval para cualquier instalación de energías renovables, otorgando especial importancia al tema de la financiación.

### 3.2.4 Fabricación de equipos

La fabricación de equipos se realiza por el sector industrial y tiene una gran importancia tanto por sus consecuencias económicas como sociales. Debido a esta relevancia se estudia el proceso productivo de forma independiente en el apartado 3.6.3.

Se considera un sector diferenciado a los fabricantes de los componentes auxiliares de la instalación. Esta fabricación no es específica del sector de energías renovables, son componentes que se utilizan también en otros sectores, por lo que se suele subcontratar a otras empresas fabricantes. Estos componentes pueden ser: material eléctrico para las interconexiones, elementos de fontanería, componentes electrónicos, telecomunicaciones, baterías para la acumulación de electricidad...

### 3.2.5 Construcción e instalación

La construcción e instalación puede ser llevada a cabo por la empresa titular del proyecto o por una empresa subcontratada. En cualquier caso al término de esta etapa la instalación estará lista para su aprovechamiento.

La etapa de construcción u obra civil incluye: replanteo, cimentación, montaje de la estructura y fin de obra. Dependiendo del tamaño de la instalación, la obra civil puede no ser necesaria. Por ejemplo, en las aplicaciones de energía solar (térmica o fotovoltaica) sobre cubierta.

La etapa de instalación se realiza en todas las tecnologías renovables, e incluye: el acondicionamiento de los equipos, colocación de los mismos,

interconexiones, conexión eléctrica (en el caso de instalaciones eléctricas) y puesta en marcha, incluyendo estudios, ensayos, pruebas y demás. Al final de esta fase, la instalación debe quedar lista para su utilización.

### 3.2.6 Operación y mantenimiento

La fase de Operación y mantenimiento es muy relevante, ya que de ella depende un buen aprovechamiento de las instalaciones y una prolongación de su vida útil. Además, en términos de empleo, genera un empleo estable a largo plazo, ya que es una fase necesaria durante toda la vida útil de la instalación.

El mantenimiento se acuerda para una frecuencia determinada según las tecnologías empleadas y las experiencias en este tipo de instalaciones. De esta manera, se contrata un mantenimiento preventivo para todas las instalaciones, es decir, unidades de generación, subestación eléctrica, equipos de conexión a la red, vías de acceso e interconexión, sistemas informáticos, etc.

De acuerdo con el tamaño de la instalación, estas tareas ameritan una cantidad de horas, las cuales pueden ser unas cuantas al año para instalaciones pequeñas, mientras que para grandes centrales se llega a justificar un control permanente de la instalación, incluso hasta el punto de ocupar uno o varios puestos de trabajo que cubran los turnos de operación y mantenimiento.

### 3.2.7 Servicios

En esta etapa se incluyen muchas tareas que temporalmente se realizan en paralelo al resto de las fases, como: servicios jurídicos y administrativos, intermediación financiera, auditorías, consultoría, seguridad y aseguramiento de las instalaciones, transporte terrestre, actividades inmobiliarias...

## 3.3 GENERACIÓN DISTRIBUIDA DE ENERGÍA TÉRMICA Y ELÉCTRICA DE BAJA POTENCIA MEDIANTE FUENTES RENOVABLES

Bajo esta categoría se denomina principalmente la generación de energía térmica y la generación de electricidad distribuida.

La generación de energía térmica se realiza casi en su totalidad de forma distribuida debido a que su transporte implica muchas pérdidas, por lo que se produce cerca de los puntos de consumo.

La generación de electricidad distribuida es muy interesante a nivel social y medioambiental pues se evitan las pérdidas de electricidad por transporte y se produce un menor impacto ambiental al no requerir de grandes superficies para su instalación. Normalmente se utilizan las propias cubiertas o tejados de las viviendas e instalaciones industriales (fábricas, naves de almacén...), o terrenos anexos en aplicaciones industriales reduciendo al mínimo su impacto ambiental.

El esquema del proceso productivo es igual al "Esquema genérico de la producción de energía mediante fuentes renovables" desarrollado en el apartado 3.2, por lo que no se va a repetir. A continuación se especifican las características de cada etapa propias de la generación distribuida.

### 3.3.1 Promoción del proyecto

Actualmente no existe una gran simplificación en la etapa de promoción del proyecto para la generación de baja potencia como su tamaño justificaría, por lo que el desarrollo de estas instalaciones no termina de despegar.

La venta de electricidad a nivel doméstico, mediante generación distribuida (con energía solar fotovoltaica, eólica...), requiere una fase administrativa que actualmente es de igual magnitud que en el sector industrial, con la barrera administrativa que esto resulta, aunque recientemente el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio ha asegurado que se van a reducir los trámites administrativos para la generación de energía eléctrica a nivel doméstico<sup>1</sup>.

Como se describe a continuación la generación de energía de baja potencia es muy sencilla y se espera que en los próximos años se vayan simplificando los procesos administrativos para su instalación consiguiendo una generalización de su uso, por ejemplo al nivel de cualquier electrodoméstico.

### 3.3.2 Evaluación del recurso renovable/obtención de materia prima

En las instalaciones de pequeño tamaño no suele ser necesario hacer un estudio propio sobre el recurso renovable, se toman los datos de las bases de datos con registros históricos medidos desde estaciones oficiales o privadas como son aeropuertos, otros emplazamientos similares cercanos, estaciones meteorológicas oficiales, puntos de observación especiales, etc.

En el caso de las calderas de biomasa para la generación de calor es necesario asegurarse del aprovisionamiento de la materia prima mediante los puntos de distribución habituales (centros comerciales...) o por parte de una empresa especializada.

### 3.3.3 Diseño

En las instalaciones en las que la energía se consume en el lugar de generación, la caracterización de la demanda tiene una gran importancia para realizar el dimensionamiento de la instalación, tanto de los elementos generadores de energía como de aquellos que la almacenan para su uso posterior.

Para realizar esta fase se puede recurrir a ingenierías especializadas aunque muchas veces el propio instalador puede realizar el diseño de la instalación al ser diseños sencillos.

<sup>1</sup>Fuente: "El País" 26/04/2010. [http://www.elpais.com/articulo/sociedad/Industria/eliminar/trabas/energia/solar/hogares/elpepiscoc/20100426elpepiscoc\\_2/Tes](http://www.elpais.com/articulo/sociedad/Industria/eliminar/trabas/energia/solar/hogares/elpepiscoc/20100426elpepiscoc_2/Tes)

### 3.3.4 Financiación

Esta etapa se ve especialmente simplificada en la generación de pequeña potencia, siendo en la mayoría el usuario final y no empresas especializadas quien realiza la financiación, sin necesidad de financiación externa. Según la Comunidad Autónoma se pueden recibir diferentes subvenciones para la inversión inicial de la instalación.

### 3.3.5 Fabricación de equipos

Esta etapa es igual que en las instalaciones centralizadas de gran potencia y se desarrolla en el apartado 4.6.

Los equipos de pequeña potencia tienen sus propias características y están adquiriendo un creciente interés para los fabricantes por lo que se desarrolla una creciente actividad en investigación de desarrollo de productos. Cabe destacar la investigación del CENER en los aerogeneradores de baja potencia o del Instituto de Energía Solar (IES) de la Universidad Politécnica de Madrid en la integración arquitectónica de los módulos fotovoltaicos.

### 3.3.6 Construcción e instalación

Sólo requieren la fase de obra civil las instalaciones de media potencia como la generación térmica en procesos industriales mediante grandes calderas de biomasa o instalaciones de solar térmica de media temperatura; instalaciones de calefacción urbana centralizada; o la generación de electricidad de media potencia para el consumo de pequeñas poblaciones.

La instalación se suele subcontratar a empresas instaladoras, éstas tienen una gran importancia sobre todo en el sector doméstico: instalación de módulos fotovoltaicos sobre tejado, instalación de energía solar térmica, instalación de pequeñas calderas de biomasa o geotermia e instalación de pequeños aerogeneradores (mini-eólica) para la generación distribuida. En estos casos también es muy común que la instalación y puesta en marcha la realice una ingeniería "llave en mano" que integra las fases de diseño, montaje y puesta en marcha de la instalación.

### 3.3.7 Operación y mantenimiento

En las instalaciones de generación de energía distribuida esta etapa todavía debe adquirir una mayor importancia. Se está observando la aparición de empresas especializadas en la gestión y operación de las instalaciones de generación de energía térmica. Estas empresas, normalmente empresas de servicios energéticos, controlan la operación y el mantenimiento de las instalaciones y venden la energía térmica a los usuarios a un precio más competitivo que la energía obtenida mediante fuentes fósiles.

Las asociaciones empresariales del sector esperan que este tipo de servicios se generalicen en las instalaciones de energía térmica para así aumentar su rendimiento y vida útil.

### 3.3.8 Servicios

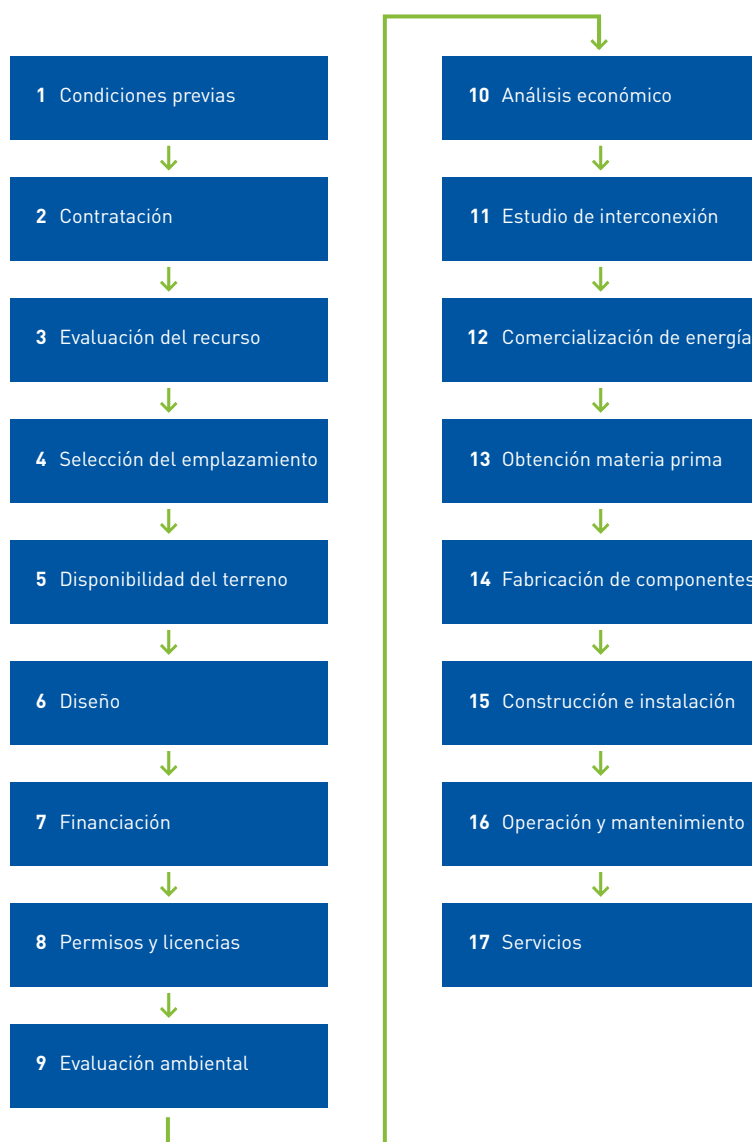
Los servicios requeridos son similares a lo descrito en el capítulo 3.2.8.

## 3.4 GENERACIÓN CENTRALIZADA DE ELECTRICIDAD MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES

La producción o generación centralizada de electricidad se basa en la generación de electricidad en grandes parques o centrales alejadas de los puntos de consumo. Se consideran dentro de este apartado: grandes parques eólicos, parques fotovoltaicos sobre suelo, centrales de energía solar termoeléctrica, grandes instalaciones hidroeléctricas, centrales de biomasa para la producción de electricidad e incineración de residuos.

En el siguiente esquema se pueden ver las etapas del proceso.

**Figura 3.2. Etapas que intervienen en la producción centralizada de electricidad mediante energías renovables**



Fuente: elaboración propia

### 3.4.1 Condiciones previas

Pretender llevar a la práctica el desarrollo de un proyecto de esta naturaleza requiere el cumplimiento de una serie de condiciones previas que permitan iniciar cada una de las fases posteriores. Las más importantes son: que exista una necesidad real de la instalación y que, a primera vista y en concordancia con el panorama actual, se tenga una valoración positiva en lo que respecta a la viabilidad del proyecto. Estas cuestiones se estudiarán en profundidad en una fase específica pero es necesario tener un punto de partida claro. De esta manera se puede pensar en el planteamiento de un proyecto de energías renovables.

### 3.4.2 Contratación

En este eslabón se hace alusión a cualquier tipo de contratación, la cual puede implicarse en cualquier etapa del proceso. Cualquier tipo de relación comercial, ya sea por concepto de suministros, servicios, asesoría, etc.

La celebración de contratos también afecta a las personas naturales involucradas en todas las actividades que intervienen a lo largo del proceso. Estas modalidades de contratación varían principalmente por concepto de temporalidad y pueden ser:

- Indefinido.
- Prácticas.
- Formación.
- Temporal, realización de una obra o servicio determinado.
- Tiempo parcial, fijo discontinuo y de relevo.
- A domicilio.
- Trabajadores contratados en España al servicio de empresas españolas en el extranjero.

La figura del "Promotor" en instalaciones de energías renovables es muy demandada. Éste será el que se encargue de llevar a cabo el proyecto hasta la fase final, dando lugar a un solo contrato. También puede existir la opción de que se contrate el desarrollo del proyecto por etapas considerando las ventajas e inconvenientes que conlleva una cosa u otra.

Para aquellos contratos celebrados entre personas jurídicas, empezando por la vía oficial, como en el caso de instalaciones para edificios oficiales, proyectos de interés público, etc., se tiene que seguir un procedimiento administrativo extenso en el tiempo, que inicia con una asignación presupuestaria, definición de un pliego de condiciones, pasando por un proceso selectivo, etc.

### 3.4.3 Evaluación del recurso

Normalmente una valoración detallada del recurso, como requieren este tipo de instalaciones, implica varias etapas dentro de las cuales se destacan evaluación general, validación y *micrositing*.

La evaluación general comprende todas aquellas medidas que permitan de manera muy amplia seleccionar zonas con alto potencial de explotación. Una parte de esta etapa se incluye en el proceso de "selección del emplazamiento", ya que nos da indicios de los lugares más apropiados para la ejecución del proyecto y permite descartar algunos emplazamientos, mientras que la otra parte llega hasta la selección de las coordenadas exactas para la instalación de las estaciones de medida.

El proceso de validación requiere un esfuerzo mayor ya que se intenta obtener datos de alta calidad. Se inicia con el desarrollo de un programa de monitorización que se incluirá en los equipos de medición. Se entiende que en esta etapa, las estaciones de recolección de datos estarán instaladas para empezar a registrar las series históricas de referencia. La instrumentación típica de estas localizaciones está compuesta en el caso de la energía eólica por anemómetros (con diferentes alturas para registrar velocidades de viento en la componente vertical), veletas (permiten registrar direcciones de viento), termómetros y barómetros. En el caso de energía solar: pirheliómetros, heliógrafos y piranómetros. A su vez la minihidráulica utiliza caudalímetros, limnímetros y limnigrafos. Las series registradas empezarán a tener cierto grado de validez después de superar un año de mediciones.

Finalmente, el *micrositing* se caracteriza por analizar de forma más detallada la información, utilizando modelos de simulación como herramienta complementaria.

### 3.4.4 Selección del emplazamiento

En primer lugar se realiza una recopilación de información general y de datos representativos del lugar, tales como registros cartográficos, mediciones históricas de vientos y parámetros meteorológicos complementarios, así como también aquella información que pueda confirmar o desestimar la posibilidad de desarrollar un proyecto de esta magnitud, como sería el caso de la ausencia de protección o incompatibilidad ambiental y urbanística, restricciones importantes relacionadas con obra civil, limitaciones de infraestructura eléctrica, presencia de algún promotor de proyectos similares en el área de acción planteada, existencia o facilidad para construir vías de acceso razonables que puedan permitir a posteriori el despliegue logístico necesario, etc.

Con el análisis de toda la información correspondiente a la zona de influencia, se podrá obtener una idea general del área de interés. A continuación es necesario definir específicamente el mejor lugar que reúna las condiciones óptimas para situar la instalación. Algunos parámetros para la selección definitiva del emplazamiento están directamente relacionados con características físicas y geográficas como son: la pendiente, obstáculos significativos, cota, rugosidad del terreno, etc., las cuales se tendrán que estudiar utilizando herramientas más precisas como planos cuyas escalas sean más pequeñas y contengan mayor grado de detalle, seguido de un trabajo de campo que incluya una exploración del terreno con el fin de detectar particularidades que no se hubiesen contemplado en los análisis anteriores.

Para el caso de proyectos relacionados con energías de la biomasa e hidráulica, es necesario evaluar aspectos relacionados con el transporte del recurso, ya que a diferencia de otras energías como la eólica y la solar, el recurso principal (viento y sol, respectivamente) llegará al sitio del emplazamiento de forma natural.

Si bien lo anterior representa un análisis interesante, no menos importante es el grado de aceptación de la comunidad afectada. Para ello es necesario realizar un análisis que permita evaluar el nivel de conformidad de los habitantes con la construcción de la instalación.

### 3.4.5 Acuerdos de propiedad y disponibilidad del terreno

Una vez seleccionado el emplazamiento, se procede a la gestión de compra o alquiler del terreno. La mayoría de las veces se opta por la compra del mismo previniendo así futuros conflictos jurídicos por derechos de propiedad o cancelación de contratos de alquiler, pago de cláusulas adicionales, etc. Sin embargo, en algunos casos la decisión de compra está sujeta a la naturaleza de los propietarios; es decir, que sean de carácter público o privado, terreno común, ocupación ilegal del terreno, etc. En cualquier caso, el promotor del proyecto deberá firmar un contrato que le garantice, entre otras cosas, el derecho de acceso a la propiedad para labores de construcción, operación y mantenimiento, derechos de transmisión de la electricidad generada fuera de la propiedad y un periodo de tiempo suficiente (en caso de alquiler) que garantice la financiación del proyecto. Se deberá tener en cuenta también que las partes pueden acordar en cláusulas adicionales algunas limitaciones en la construcción del proyecto así como un compromiso por parte del promotor a rehabilitar el terreno después de su explotación.

En el caso de tratarse de un terreno demasiado conveniente, no sólo para el gestor del proyecto sino también para las posibilidades socioeconómicas de la comunidad circundante, puede darse el hecho de sobrevaloración del terreno por parte del propietario, el cual intentará sacar el mayor provecho de la situación. Ante estas situaciones se puede recurrir a prácticas administrativas como el "Recurso de Expropiación" a través del cual se puede obtener la propiedad o derechos de explotación de la misma, por un valor económico más próximo a la realidad.

### 3.4.6 Diseño

Llegados a este punto, se cuenta con un volumen de información que se debe unificar en el diseño de la instalación con los criterios más convenientes.

Se tendrá presente la legislación existente, especialmente aquella que exija el cumplimiento de condiciones técnicas propias de las instalaciones. Estas pueden ser reglamentos, códigos, ordenanzas, etc. A su vez, pueden ser más estrictas atendiendo al nivel territorial correspondiente (estatal, autonómico y municipal) y a las políticas establecidas por cada gobernante.

La caracterización de la demanda es uno de los análisis más relevantes; en ella se establecen todas las características del consumo y se analizan aspectos colaterales como las necesidades reales de los consumidores finales, horas específicas de mayor consumo, etc.

### 3.4.7 Financiación

Esta etapa es igual a la explicada en el epígrafe 3.2.4.

### 3.4.8 Permisos y licencias

Los procesos de obtención de permisos y licencias que permitan dar luz verde a las etapas posteriores, tienen una relación directa con la etapa de selección del emplazamiento donde se descartaban aquellas zonas que en primera instancia impedían la operación de un proyecto. Sin embargo, es un hecho que haya que tramitar los permisos oportunos y licencias correspondientes, tal y como lo establezca la ley.

Se debe tener en cuenta la naturaleza de las propiedades previamente valoradas, es decir si son de carácter oficial o privado, ya que es preferible obtener los terrenos con todas las garantías de propiedad, por lo que es más fácil comprar propiedades a personas privadas y no a entes oficiales. En este segundo caso se pueden obtener licencias de funcionamiento durante el periodo de explotación, pero puede ocurrir que se manifieste el deseo de que el suelo siga siendo propiedad pública, lo cual limitará muchas actividades previstas, y refleja cierta inestabilidad para los promotores una vez finalizado el primer contrato de explotación.

Generalmente estos trámites ocupan buena parte del tiempo de desarrollo de un proyecto ya que requieren de varias autorizaciones en diferentes departamentos de las administraciones. En España, el procedimiento administrativo para la creación de una instalación productora de energías renovables se recoge en el Real Decreto 661 de 2007 y en el RDL 6/2009 se realizan algunas modificaciones. En el apartado de Anexos se describen las etapas de los mismos así como algunas anotaciones de especial consideración.

## 3.4.9 Evaluación ambiental

Entre los mayores impactos posibles que pueda generar la ejecución de un proyecto de generación de energía, se destacan los siguientes:

### 3.4.9.1 Especies endémicas

Se deberá estudiar cuidadosamente el inventario de la fauna de la región prestando especial atención a aquellas especies endémicas, declaradas protegidas y/o en vía de extinción, ya que en su momento pueden representar una restricción definitiva a la continuidad del proyecto obligando a sus promotores a cambiar la ubicación quizá a un emplazamiento ubicado a muchos kilómetros de distancia.

### 3.4.9.2 Avifauna

Se brinda especial atención a estas especies sobre todo en instalaciones de energía solar de alta temperatura y eólica, ya que hipotéticamente son las que pueden afectar mayormente a estas especies dadas las características de las instalaciones. Es necesario evaluar varios aspectos tales como: alteraciones, riesgo de colisión y mortalidad, pérdida de hábitat, etc.

### 3.4.9.3 Impactos visuales

Aunque es muy difícil de cuantificar, se puede decir que está muy ligado al grado de aceptación de la comunidad implicada. También la valoración social del área de influencia puede impedir que la instalación se ejecute, como es el caso de los espacios protegidos o de alto interés ecológico. Otro aspecto a considerar es que la tecnología evoluciona de manera progresiva como en el caso de la energía eólica, donde se están produciendo aerogeneradores más robustos y con mayor capacidad de producción, logrando así una menor cantidad de unidades por parque eólico.

### 3.4.9.4 Ruido

La percepción del ruido depende entre otras cosas de las características del lugar, número de habitantes, distancia de la instalación a la población más cercana y tipo de comunidad afectada (residencial, industrial, turística). Para hacer una valoración objetiva del nivel del ruido se mide su intensidad en unidades de decibelios (dB), y se contrasta con los niveles permitidos por las autoridades ambientales de la región afectada.



### 3.4.9.5 Recursos hídricos

Pueden sufrir un impacto considerable, ya que el trazado de líneas de acceso o construcción de las obras en general, pueden interrumpir las formas naturales de los cuerpos de agua afectando directamente el ciclo de vida de las especies naturales establecidas en la zona, así como de aquellas que eligen el lugar como punto de descanso en largos recorridos. Su importancia es mayor para proyectos relacionados con energía hidráulica.

### 3.4.9.6 Revisión arqueológica e histórica

Dada la posibilidad de programar los trabajos en un terreno marcado por acontecimientos históricos o de carácter arqueológico, es necesario también hacer una revisión de estos aspectos con la ayuda de información suministrada por instituciones oficiales encargadas de estos aspectos.

Toda esta información sirve de referencia, confirmando la viabilidad ambiental del proyecto. A su vez será un instrumento necesario a la hora de realizar trámites de licencias ambientales, permisos de construcción, etc.

## 3.4.10 Análisis económico

Para realizar el análisis económico es necesario examinar la información clave en materia económica que tenga cualquier clase de relación con el desarrollo del proyecto. La proyección de resultados es un primer paso de esta etapa, aquí se valorará la oferta energética, los subproductos y todas aquellas salidas que representen un aporte económico. Acto seguido se procede a la evaluación puntual de costes de las unidades y fases que intervienen en el proceso de generación de energía.

La viabilidad, el periodo de amortización y el posicionamiento de la empresa en un sector o región determinada, son variables importantes en este tipo de análisis.

Otras consideraciones necesarias son las cuantías que suponen la deducción de impuestos relacionados con el proyecto tales como: impuesto sobre la renta, por venta de energía, por la propiedad, etc., así como los costes de operación y mantenimiento para los años de operación.

## 3.4.11 Estudios de interconexión

Para las instalaciones de generación de energía eléctrica y conexión a la red, uno de los elementos claves en su desarrollo es asegurar que toda, o la mayoría de la energía producida, pueda ser inyectada a la red para su posterior transporte, distribución y consumo. Por esta razón, se debe tener muy presente el estado actual de las condiciones de interconexión y de la normativa que la regula.

El análisis de las limitaciones indicará cuales son las restricciones de la capacidad de transmisión, condicionadas tanto por las características intrínsecas del proyecto, como también por las provenientes de factores externos como pueden ser las políticas de regulación energética, la capacidad de la red para recibir cierta cantidad de energía, la hora del día en la cual se genera electricidad, la integración con otros sistemas de generación, etc.

## 3.4.12 Comercialización de la energía

Sin importar el lugar de ejecución del proyecto, deberá existir un conjunto de reglas o acuerdos para el comercio de la energía producida. El tema de venta de energía es muy complejo debido a que hay que conjugar ciertas variables que oscilan de forma muy rápida y que hacen variar el precio del kWh constantemente. Algunas de ellas son: gradiente de carga, ingresos mínimos, aceptación completa en la casación del tramo primero de la oferta de venta, condición de mínimo número de horas consecutivas de aceptación completa del tramo primero de la oferta de venta, energía máxima.

No menos importante es el hecho de conocer a fondo las características de los protagonistas en el comercio de la energía, es decir, conocer qué tipo de capacidades tienen tanto las empresas privadas como las del sector público, así como saber a quien están asignadas las competencias de transporte, distribución, comercialización y generación de la energía, ya que la participación del sector público y privado en unas tareas o en otras puede hacer variar las reglas del juego sustancialmente.

### 3.4.13 Obtención de la materia prima

Esta etapa se realiza sólo en el caso de utilizar biomasa. Se explica en detalle en el epígrafe 3.6.1.

### 3.4.14 Fabricación de componentes

La fabricación de equipos se realiza por el sector industrial y tiene una gran importancia tanto por sus consecuencias económicas como sociales (empleo...). Debido a esta relevancia se estudia el proceso productivo de forma independiente en el apartado 3.6.2.

### 3.4.15 Construcción e instalación

En las instalaciones de generación de electricidad centralizada la etapa de obra civil es muy importante y representa una alta proporción (variable según la tecnología) de los costes totales de generación de electricidad. Las etapas necesarias para la ejecución de la obra civil son las siguientes:

- Replanteo: al inicio de toda obra, habrá que indicar plano en mano, sobre el terreno, el movimiento de tierras, si fuese necesario, ubicación de los cimientos, losa corrida, estructura soporte, equipos.
- Cimentación: lo primero que se realizará en la obra será el movimiento de tierras si fuese necesario, y la excavación de las zapatas. A continuación se procederá al vertido del hormigón, de las características especificadas por el diseñador de los equipos, procediéndose a continuación a la colocación de los mismos.
- Montaje de los equipos: en esta fase se pasa a la colocación y fijación de los equipos; esta fase cambia mucho dependiendo del tipo de instalación.
- Instalación eléctrica: posteriormente, se procederá al conexionado eléctrico de la instalación. Estas conexiones cumplirán lo requerido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión REBT, en su Instrucción Técnica MIE BT 07, diseñando las líneas, mediante los criterios

de calentamiento y caída de tensión. Llegarán hasta el punto de conexión a red que la empresa distribuidora haya indicado previamente.

- Fin de obra: una vez finalizadas las etapas anteriores, se firmará el contrato con la empresa distribuidora, solicitándose además la inscripción definitiva del titular de la instalación, en el Registro de Productores de Energía Eléctrica en Régimen Especial (REPE). Tras esto, se podrá realizar la puesta en marcha de la instalación.

### 3.4.16 Operación y mantenimiento

Esta etapa es igual a la explicada en el epígrafe 3.2.6.

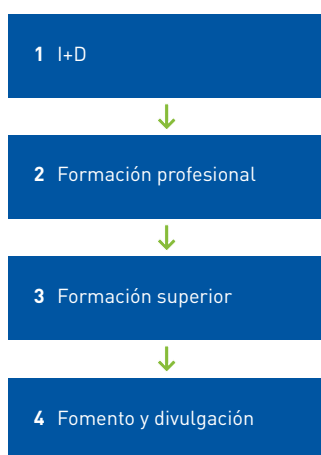
### 3.4.17 Servicios

Esta etapa es igual a la explicada en el epígrafe 3.2.7.

## 3.5 FORMACIÓN Y FOMENTO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Se distingue otro sub-sector que se desarrolla en paralelo a los procesos anteriormente explicados, y que se basa en el desarrollo y divulgación del conocimiento en el campo de las energías renovables. Este sub-sector es muy importante para las energías renovables, ya que aporta un gran valor añadido a los productos y servicios, y por otro lado transfiere a la sociedad los conocimientos sobre las nuevas tecnologías que utilizan fuentes renovables.

**Figura 3.3. Formación y fomento de las energías renovables**



Fuente: elaboración propia

### 3.5.1 Investigación y desarrollo

A diferencia de la etapa de I+D+i desarrollada por las empresas fabricantes de productos, dentro del proceso de “fabricación de componentes”, la investigación realizada en esta fase no tiene como objetivo el ser aplicada de forma inmediata en el sector productivo de bienes y servicios. Se lleva a cabo por diferentes instituciones, generalmente públicas, como institutos y centros de investigación, universidades, y también grandes empresas, etc. La investigación es fundamental para

lograr crecimiento económico y avances sociales así como para evitar la degradación del medio ambiente. La UE tiene como objetivo invertir el 3% del PIB en investigación, aunque es bastante probable que no alcance este objetivo. Para desarrollar la investigación no aplicable de forma inmediata es fundamental el apoyo de las instituciones públicas.

La investigación y desarrollo es muy importante para alcanzar la madurez de las tecnologías en energías renovables. En las tecnologías más probadas para lograr desarrollos tecnológicos que mejoren la eficiencia y reduzcan el coste y en las tecnologías más nuevas (oceánicas...) la investigación es fundamental para su viabilidad y competitividad en un futuro próximo.

En España, en el campo de la energía solar es especialmente significativa la Plataforma Solar de Almería, perteneciente al CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas), que realiza investigación y desarrollo en la energía solar térmica, destacando la investigación en los sistemas solares de concentración (alta temperatura) y en concreto en instalaciones de receptor central. Se señala este centro de investigación, porque España es un país muy destacado en la investigación sobre esta tecnología debido en gran parte a la Plataforma Solar de Almería y a las condiciones climatológicas muy adecuadas de las que se dispone en el sur de la Península Ibérica.

### 3.5.2 Formación profesional

Numerosos informes<sup>2</sup> indican que el desarrollo de las energías renovables va por delante de la capacidad formativa. Existe una escasez de formación homologada y reglada mientras que la demanda de formación va aumentando, conforme lo hacen las perspectivas del sector. De lo que se deduce que en los próximos años la oferta formativa se va a ampliar de forma importante, tanto en la formación profesional como en la educación superior universitaria.

<sup>2</sup>Fuente: “*Estudio prospectivo de las energías renovables*” 2009, Observatorio de Ocupaciones del Servicio Público de Empleo Estatal

En cualquier caso, en los últimos años se ha ampliado de forma muy importante la oferta formativa relativa a las energías renovables. La Administración General del Estado determina los Títulos y Certificados de Profesionalidad que constituyen las ofertas de formación profesional. En el año 2008 mediante dos reales decretos (Real Decreto 1381/2008 y Real Decreto 1967/2008) se establecieron 6 certificados de profesionalidad de la familia profesional Energía y agua, que aseguran la formación necesaria para su adquisición. Esta nueva oferta formativa es relativa al montaje, instalación y mantenimiento de instalaciones solares térmicas, fotovoltaicas y eólicas. La fecha de implantación de estos cursos ha sido 2009/2010<sup>3</sup>.

También diversos centros de investigación tienen oferta de formación ocupacional sobre las energías renovables: destaca la impartida en CENIFER (Pamplona) sobre energía eólica, o el CNFO SE-PECAM de Guadalajara que imparte cursos sobre energía solar térmica y fotovoltaica.

### 3.5.3 Formación superior

En la formación superior están aumentando de forma muy importante los másters y la formación postgrado sobre energías renovables. Respecto a la formación universitaria, se están introduciendo asignaturas específicas en los planes de estudio de ciertas titulaciones (como ingeniería industrial). En el Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT) se contemplan dos títulos de grado relacionados con las energías renovables y treinta títulos de máster. Además existen instituciones de carácter público y privado que imparten este tipo de formación.

Se ha observado que ante la crisis económica del último año está aumentando la oferta formativa relacionada con las energías renovables, pues ante la falta de empleo muchos profesionales están optando por aumentar su formación en los sectores sobre los que existen grandes expectativas, como es el sector de las energías renovables.

### 3.5.4 Fomento y divulgación

En el sector de las energías renovables, al no ser un sector tradicional, es importante realizar una adecuada transferencia del conocimiento a la

sociedad en general. Son tecnologías novedosas que el ciudadano desconoce, pero a las que se está apoyando mediante las primas a la producción. Por eso se hace especialmente importante el hacerle llegar las características y ventajas de estas tecnologías para la sociedad y el medio ambiente.

Los profesionales de este campo se mantienen informados de las diferentes novedades sobre las energías renovables mediante revistas especializadas, organización de foros y congresos, etc.

Por último en este apartado se incluyen las asociaciones empresariales que defienden los intereses del sector.

---

<sup>3</sup>Fuente: Servicio Público de Empleo Estatal

## 3.6 DESARROLLO DETALLADO DE ETAPAS CLAVES DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS

### 3.6.1 Biomasa. Recogida y preparación de materia prima

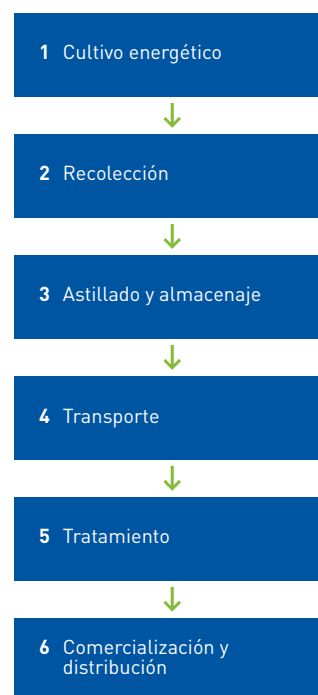
En el caso de la biomasa y los biocombustibles, la obtención de materia prima (etapa 2 del esquema genérico) es una parte muy importante del proceso productivo, en la que existe una alta generación de actividad, por lo que resulta interesante estudiar en detalle su proceso productivo.

Para la obtención de la materia prima se cuenta con un proceso de recogida de la biomasa que tiene por objeto conseguir una homogenización del producto final. De esta forma se facilitará su manejo, transporte, almacenamiento y sobre todo la alimentación de la caldera, ya que, por cuestiones de diseño y operación, ésta admitirá bultos de biomasa (pellets, pacas, silos, etc.) de determinado tamaño.

Puesto que la materia prima tiene diferentes procedencias (residuos forestales, cultivos energéticos...) y grados de elaboración, no en todos los casos el proceso que se describe a continuación debe realizarse completo.

El aprovechamiento posterior de la materia prima puede realizarse en la generación de energía térmica o eléctrica, y en el sector doméstico o industrial.

Figura 3.4. Etapas que intervienen en la obtención de biomasa



Fuente: elaboración propia

#### 3.6.1.1 Cultivo energético

Esta fase no se realiza en el aprovechamiento de los residuos forestales o agrícolas. El proceso se subdivide en las siguientes fases, comunes a toda actividad agrícola:

- Preparación del terreno: pasada del arado, subsolado, escarificación.
- Siembra: la plantación en los cultivos energéticos se caracteriza por ser de alta densidad.
- Fertilización: se debe realizar un análisis previo del suelo. Puede ser una alternativa para la gestión de los residuos ganaderos o usarse fertilizantes inorgánicos.
- Riego: según el tipo de cultivo, se tienen diferentes exigencias de riego.

- Protección del cultivo ante plagas, enfermedades y competencia.

### 3.6.1.2 Recolección

En estas labores se emplea maquinaria agrícola que corta y agrupa la biomasa en unidades con determinadas formas geométricas, para posteriormente ser recogida y apilada en centros de acopio donde se dará inicio a la fase de secado. Se puede dividir en tres etapas:

- Corta: operación forestal o agrícola, que genera el residuo o cultivo energético. Fase no mecanizada, se realiza de forma manual mediante tijeras manuales, desbrozadoras, hachas, etc.
- Extracción o retirada de la materia: recogida y traslado del material para su posterior tratamiento a centros de acopio. Se realiza mediante maquinaria móvil (tractores, sarmentador...).
- Secado: la fase de secado comienza en los centros de acopio, puede continuar durante el transporte y finalizarse en la central.

### 3.6.1.3 Astillado y almacenaje

El proceso de astillado se puede realizar en una planta de procesamiento o en el campo antes del transporte para reducir el volumen de transporte y almacenaje.

### 3.6.1.4 Transporte

La materia prima antes de realizar el tratamiento es un combustible de baja densidad energética, por lo que se debe transportar distancias cortas, a nivel intracomarcal o entre comarcas vecinas (en algunos países como Reino Unido y Suecia se establecen distancias máximas de transporte de 16 y 40 km).

Se realiza normalmente por carretera y se intenta que los recorridos desde el campo a la central no sean excesivamente largos, también con el fin de que la instalación no se vea afectada económicamente por sobrecostos asociados al transporte. En cualquier caso, estas distancias son previamente analizadas en los estudios económicos del proyecto.

### 3.6.1.5 Tratamiento

El objetivo del tratamiento de la materia prima es transformar el material hasta conseguir el producto final demandado por el usuario (pellets,

briquetas...), y regular el suministro de la materia prima. El producto final debe conseguir unas características exigidas en cuanto a tamaño, humedad y homogeneidad de partículas.

Esta fase se subdivide en las fases de:

- Molienda: consiste en la reducción granulométrica de la biomasa utilizada hasta conseguir partículas de menor tamaño y así conseguir su homogeneidad.
- Secado: se debe reducir la humedad relativa presente en los materiales biomásicos para su aprovechamiento energético. Se realiza mediante el uso de secaderos especiales que agilizan el proceso, o simplemente esperando algún tiempo adicional (días o semanas) para que esté en condiciones de ingresar a la caldera. Si se incluyen estos secaderos, se pueden emplear calores de otros procesos de la planta para este efecto, de manera que el proceso total sea energéticamente más eficiente.
- Compactado: se obtienen dos tipos de productos: granulado o pelletizado (con diámetro inferior a 2 cm) y briquetas (con diámetro superior a 2 cm).

### 3.6.1.6 Comercialización y distribución

Esta fase es especialmente importante para los proyectos de generación de electricidad mediante biomasa y para aplicaciones térmicas de gran tamaño (sector industrial). Debe aumentar la fiabilidad del suministro para conseguir el despegue de las tecnologías energéticas relacionadas con la biomasa. Se puede conseguir mediante acuerdos a largo plazo, aunque actualmente las grandes empresas de generación de energía están integrando la etapa de obtención de la materia prima dentro de sus actividades para conseguir la máxima fiabilidad.

En el caso de los pellets o briquetas destinados al sector doméstico (pequeñas calderas para calefacción) la comercialización se realiza mediante los canales de distribución habituales de las pequeñas calderas, desde grandes superficies comerciales a la venta a través de instaladores.

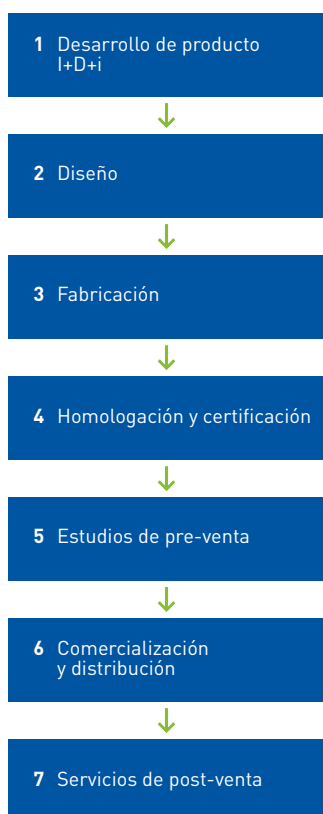
## 3.6.2 Fabricación y comercialización de equipos

La fabricación y comercialización de los componentes de las diferentes tecnologías renovables,

tiene una gran importancia en el sector de las energías renovables. En este capítulo se desarrolla en detalle la etapa 5 (Fabricación de equipos) del esquema genérico de la producción de energía mediante energías renovables.

A continuación se desarrolla el proceso productivo.

**Figura 3.5. Etapas que intervienen en la fabricación y comercialización de equipo**



Fuente: elaboración propia

### 3.6.2.1 Desarrollo de producto. I+D+i

Las empresas fabricantes de equipos en energías renovables hacen un gran esfuerzo de inversión en I+D+i en el desarrollo de los productos, con la finalidad de mejorar las eficiencias y reducir costes; y en el proceso de fabricación mediante la mecanización y simplificación de los procesos de producción.

La investigación es el inicio del proceso pero es una etapa transversal al resto, ya que existe un retorno de información de las diferentes fases que indican las líneas de investigación a desarrollar.

Por ejemplo es muy importante el retorno de la información del área de post-venta ya que indica los fallos o desventajas del producto detectados por los usuarios.

A continuación se destacan los esfuerzos en I+D+i de las tecnologías renovables más significativas:

**Energía solar fotovoltaica:** la investigación está muy centrada en: los nuevos materiales de las células solares, como células triple unión, capa fina, nuevos materiales como AsGa y Cd; en la mecanización del proceso de fabricación y nuevos procesos de corte de la oblea; el diseño de nuevos seguidores solares; el desarrollo de nuevos materiales y diseños para la integración de los sistemas fotovoltaicos en edificios; y por último es importante resaltar la investigación en generación distribuida.

**Energía solar térmica:** es una tecnología con un alto grado de madurez, invierten en la investigación sobre la mejora del producto, como la aplicación de tratamientos selectivos en el captador solar que aumenten la absorción de la radiación, disminución del peso del captador, disminución de las pérdidas de calor, y en general mejora de la eficiencia de los equipos; mecanización de los procesos de producción; mejora del diseño general de los sistemas para aumentar la eficiencia y dar más flexibilidad a las instalaciones. Además se está desarrollando el "frío solar", mediante máquinas de absorción que utilizan el calor de la radiación solar para la generación de frío en aplicaciones domésticas, esta tecnología es menos madura que la producción de calor por lo que el I+D+i es más importante.

**Energía eólica:** la investigación en las empresas fabricantes se enfoca al diseño de aerogeneradores de gran tamaño; en el desarrollo y mejora de software para la caracterización y predicción del recurso eólico; mejora del proceso productivo.

**Energía solar termoeléctrica:** al ser una tecnología en su fase inicial de maduración, el esfuerzo en I+D es muy importante y se realiza en varias líneas. Donde se desarrollan mayores avances es en: desarrollo de heliostatos, materiales que aguanten altas temperaturas, generadores Stirling, almacenamiento mediante sales fundidas y en general se desarrollan procesos de fabricación que disminuyan los costes de todos los componentes; por otro lado también se dedica esfuerzo al desarrollo del diseño de la planta para aumentar la eficiencia.

Energía de la biomasa: principalmente se investiga en el campo de las calderas, en el aumento de la eficiencia de la combustión en estas calderas.

### 3.6.2.2 Diseño

En el diseño del producto, se tiene en cuenta tanto los resultados del proceso de la investigación, desarrollo e innovación, como las características y demandas del mercado. Se basa en la definición del producto final y también de la instalación en su globalidad incluyendo cada uno de sus componentes e interconexiones.

### 3.6.2.3 Fabricación

El procedimiento difiere sustancialmente para cada tipo de energía, incluso mostrando variaciones notables dentro de una misma clasificación; por ello se intenta describir de la mejor manera los componentes involucrados en las instalaciones específicas para cada fuente de energía.

#### 3.6.2.3.1 Energía solar fotovoltaica

Debido a la versatilidad de las instalaciones y al conjunto de componentes que se integran en cada una de ellas, se describirá el desarrollo de los elementos más importantes en este tipo de instalaciones. Se referirá esta situación, siguiendo el camino de la instalación desde la recepción del sol en los paneles fotovoltaicos hasta el punto de entrega de la energía.

El desarrollo de módulos fotovoltaicos consiste en el ensamblaje de diferentes células de silicio, que puede ser de origen policristalino, monocristalino o amorfo. Accesorios como cinta de cobre estañado que sirve para interrelacionar cada célula fotovoltaica y dar conductividad eléctrica al sistema, capas de polímero y placas de vidrio con características ópticas definidas, así como enmarcados de materiales rígidos altamente resistentes para dar protección y hermetismo al conjunto dan vida al principal elemento de la instalación: el módulo fotovoltaico.

Siguiendo el camino de la instalación se encuentran los controladores de carga que garantizan una mayor eficiencia al sistema ya que regulan el paso de carga hacia las baterías y hacia el consumo. Tanto el regulador de carga como las baterías son elementos típicos en sistemas fotovoltaicos aislados. Por esta razón su elección ha de ser la correcta en términos de garantía y calidad.

Las baterías representan el sistema de almacenamiento energético de la instalación. Cabe señalar que, de acuerdo con la infinidad de aplicaciones

que tienen estos elementos, sus características de operación son muy puntuales, y difícilmente para la energía fotovoltaica se pueden emplear baterías provenientes de otras aplicaciones como la de la industria automotriz. Aspectos como vida útil, profundidad de descarga y capacidad de acumulación son tenidos muy en cuenta a la hora de su fabricación. Las baterías más utilizadas son las de plomo ácido.

A lo largo de la instalación se pueden encontrar diferentes sistemas de seguridad. Tal es el caso del conjunto de baterías, el cual tiene asociado un fusible de protección, que actúa en caso de cortocircuitos. Asimismo, cada componente eléctrico puede emplear su sistema de protección contra eventualidades que puedan perjudicar tanto a personas como a elementos propios de la instalación. Generalmente estos sistemas de protección están muy desarrollados y pueden ser suministrados por los mismos proveedores de los componentes a proteger.

Los inversores constituyen otro elemento importante en estos sistemas. Su misión es la de adaptar el régimen de generación eléctrica de acuerdo con las necesidades de la carga, es decir, transformar la corriente continua generada por módulo fotovoltaico en corriente alterna que utiliza el consumidor. Dependiendo de si la instalación es desarrollada en un sistema aislado o de conexión a red, las características del inversor varían notablemente. Por ejemplo, en estos últimos se exige una baja producción de armónicos así como una alta compatibilidad con la red de destino. Es un mercado cubierto por empresas de suministros eléctricos.

Los seguidores solares son estructuras de soporte especiales que demandan una inversión extra en sistemas inteligentes y precisos que realizan un seguimiento del sol con un mínimo nivel de error. Se emplean en grandes instalaciones normalmente conectadas a red y en su desarrollo se involucran tecnologías de automatización y control.

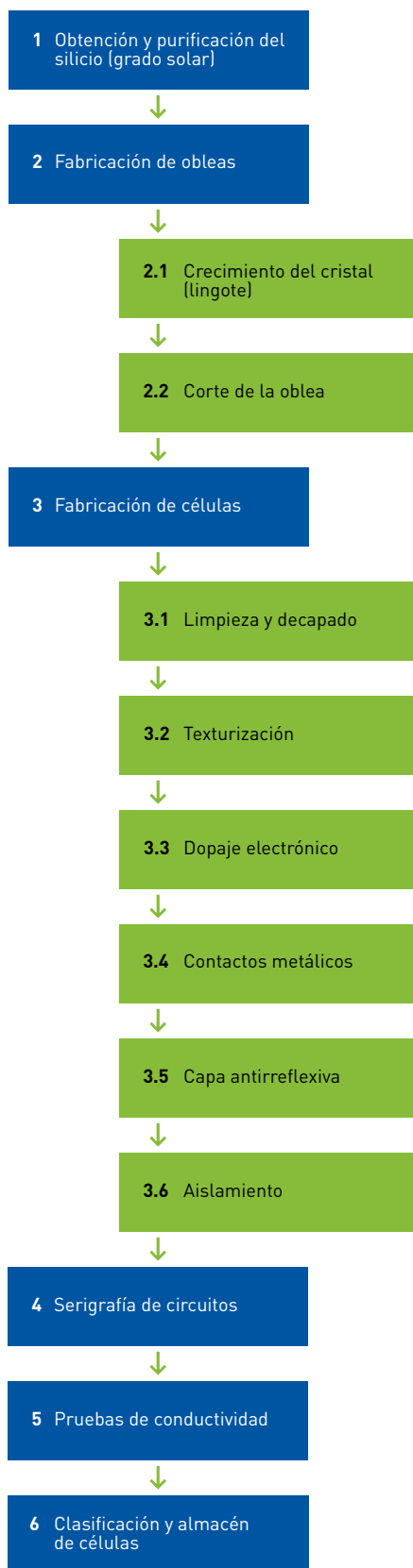
Además existen una serie de componentes auxiliares como son los cables, cuadro de controles, interconexiones, estructuras de apoyo, etc., todos ellos importantes por la función que desempeñan en el conjunto de la instalación, pero menos significativos en lo que al factor económico se refiere.

Los elementos más característicos y el proceso de producción crítico en las instalaciones solares fotovoltaicas son los módulos fotovoltaicos y sus células solares.

El esquema de su proceso de fabricación es el siguiente:

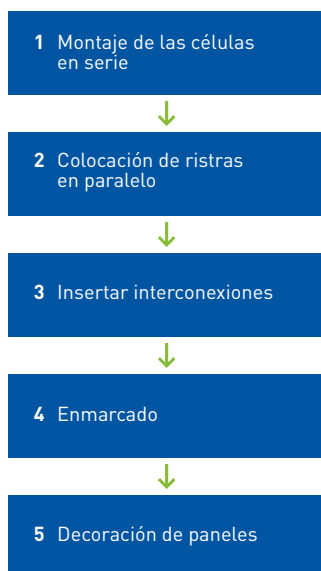


Figura 3.6. Etapas que intervienen en la fabricación de células fotovoltaicas



Fuente: elaboración propia

**Figura 3.7. Etapas que intervienen en la fabricación del panel fotovoltaico**



Fuente: elaboración propia

### 3.6.2.3.2 Energía solar térmica de baja y media temperatura

Tomando como referencia una instalación típica de energía solar térmica de baja y media temperatura, cuyas aplicaciones más frecuentes son agua caliente sanitaria y calefacción, se tiene una amplia relación de componentes los cuales se describen a continuación.

- **Subsistema de captación:** compuesto principalmente por los captadores solares. Estos elementos son de fácil elaboración. Dado que el captador solar está compuesto por varios elementos, en su fabricación intervienen materiales como vidrio y metacrilato para la cubierta, aluminio, acero inoxidable y galvánico para marcos, carcasas y absorbentes, cobre para tubos del absorbente, pinturas selectivas como cermetes, telas asfálticas y aislamientos térmicos. Además si la instalación lo requiere también se tienen en cuenta las estructuras de soporte, cuya fabricación se realiza con materiales metálicos.
- **Subsistema de circulación:** conformado por tuberías que generalmente son de cobre, bombas de impulsión convencionales, vaso de expansión, válvulas, purgadores de aire, llaves de paso, material aislante, etc. La mayoría

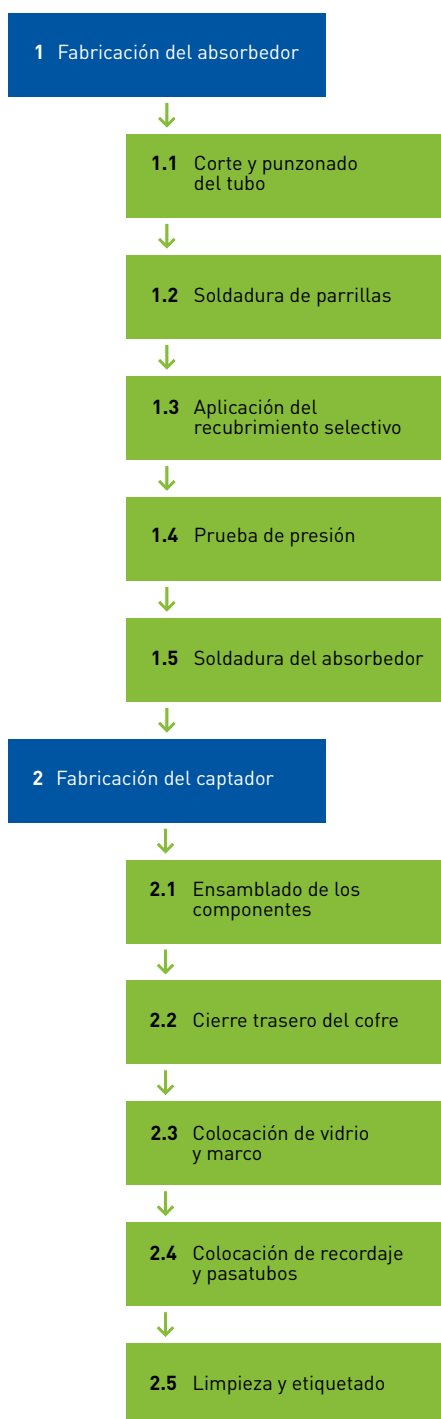
de estos accesorios son suministrados por un gran número de proveedores que cubre el mercado de sistemas hidráulicos y su obtención se realiza por medio de una compra sencilla.

- **Subsistema de acumulación:** compuesto por el depósito acumulador, que tiene diferentes clasificaciones de acuerdo con los materiales que se emplean en su construcción como son: acero inoxidable, acero vitrificado, acero revestido de plástico, cauchos y otros revestimientos que hacen las funciones de aislantes térmicos. El intercambiador de calor es otro elemento de este subsistema. Generalmente su elaboración se realiza con tubos de cobre liso o corrugado, aunque también se emplean tubos de acero inoxidable o de acero con revestimientos anticorrosivos.
- **Subsistema de control:** la gestión de estas instalaciones se lleva a cabo mediante un sistema de control que vigila las temperaturas, presiones, procesos de carga y de descarga, etc. Para ello conjuga los elementos de medida como son termómetros, manómetros, sensores, bombas, válvulas y demás accesorios con un mecanismo informático de control que se programa para ejecutar las funciones de acuerdo con las necesidades requeridas.
- **Subsistema de apoyo:** consiste en una fuente de energía complementaria. Ésta se hace más necesaria en virtud del tamaño de la instalación y de la garantía de la disponibilidad de los servicios. Se suelen utilizar calentadores convencionales, calderas de gas o cualquier otra fuente energética de apoyo. Una buena combinación, ya que se trabaja en el ámbito de las energías renovables, es instalar una caldera de biomasa, las cuales tienen un mercado establecido con una amplia variedad de opciones y además contribuyen positivamente con el compromiso ambiental de la reducción de emisiones.

Dependiendo de la aplicación de la instalación se han de incluir los elementos finales como pueden ser radiadores y sistema de suelo radiante para servicios de calefacción; puntos de servicio para agua caliente sanitaria, etc.

El elemento crítico de la instalación es el captador solar, cuyo proceso de producción se describe a continuación:

**Figura 3.8. Etapas que intervienen en la fabricación del captador solar**



Fuente: elaboración propia

### 3.6.2.3.3 Energía eólica

Los parques eólicos representan una configuración típica de esta fuente energética y constituyen un foco de evolución tecnológica que demanda muchos esfuerzos con una amplia variedad de recursos implicados. Por esta razón, a continuación se mencionan los principales elementos de una instalación de este tipo.

Los aerogeneradores representan el elemento central de una instalación de generación de energía eólica, no sólo por ser la herramienta que directamente convierte la energía renovable a energía eléctrica, sino también por tratarse del elemento que mayor peso económico tiene en la distribución total de costes de inversión de un proyecto eólico. Los aerogeneradores suponen cerca del 70% de los costes de inversión, por lo que se deberá hacer la mejor elección de las máquinas en cuanto a eficiencia, precio y garantías.

Esta motivación económica implica estudiar a fondo la conjugación, por un lado, de las características de los aerogeneradores perfilados como las unidades más convenientes para el emplazamiento seleccionado, y por el otro, de las características del viento predominante de la zona de incidencia. La curva de potencia se convierte en un elemento importante en la selección del aerogenerador más favorable para la producción de energía. La curva de potencia indica, en condiciones normales, es decir, sin alteraciones provocadas por turbulencia u otros factores asociados a condiciones extremas del terreno, como por ejemplo una rugosidad excesiva, cómo se comportará la potencia eléctrica disponible en el aerogenerador a diferentes velocidades de viento. Generalmente el fabricante suele dar las condiciones en las que fueron tomadas estas medidas con el objeto de que el promotor pueda relacionar esos datos con las mediciones reales de su propio emplazamiento.

En la distribución porcentual de los costes de un aerogenerador, se destacan las palas y la torre como los elementos de mayor coste. Esto está asociado a la magnitud de los componentes y a los materiales con que se fabrican. La tendencia actual es construir las torres con materiales que ofrezcan alta resistencia, tanto a las presiones que ejerce el conjunto de la góndola en la parte superior, como a la fuerza incidente propia del viento y del movimiento de las palas. Es así como el acero se convierte en el material idóneo para estas instalaciones.

Respecto a la construcción de las palas, sus principales materiales son fibra de vidrio y poliéster o resina epoxi, los cuales son altamente resistentes y se adaptan a la variación del viento con buenos índices de elasticidad.

Las torres representan otro elemento importante. En las primeras instalaciones eólicas se utilizaban estructuras metálicas de celosía para soportar el conjunto de la góndola; en la actualidad se emplea hormigón y acero para su construcción, siendo este último el más demandado.

En el interior de la góndola existen muchas piezas encargadas de transmisión de movimiento, virajes, frenos, engranajes, actuadores, etc. Todas ellas han de estar construidas con materiales altamente resistentes que soporten las cargas mecánicas y las condiciones adversas a elevadas alturas. Estas piezas han de estar manufacturadas también con materiales de alta resistencia como son las aleaciones y el acero.

Los sistemas de interconexión en este tipo de instalaciones demandan una gran cantidad de cableado, que debe recorrer longitudes que van desde el conjunto de la góndola, pasando por el interior de las torres y que posteriormente son conducidas por vía subterránea hasta la subestación eléctrica para finalmente entregar la energía producida a la red eléctrica.

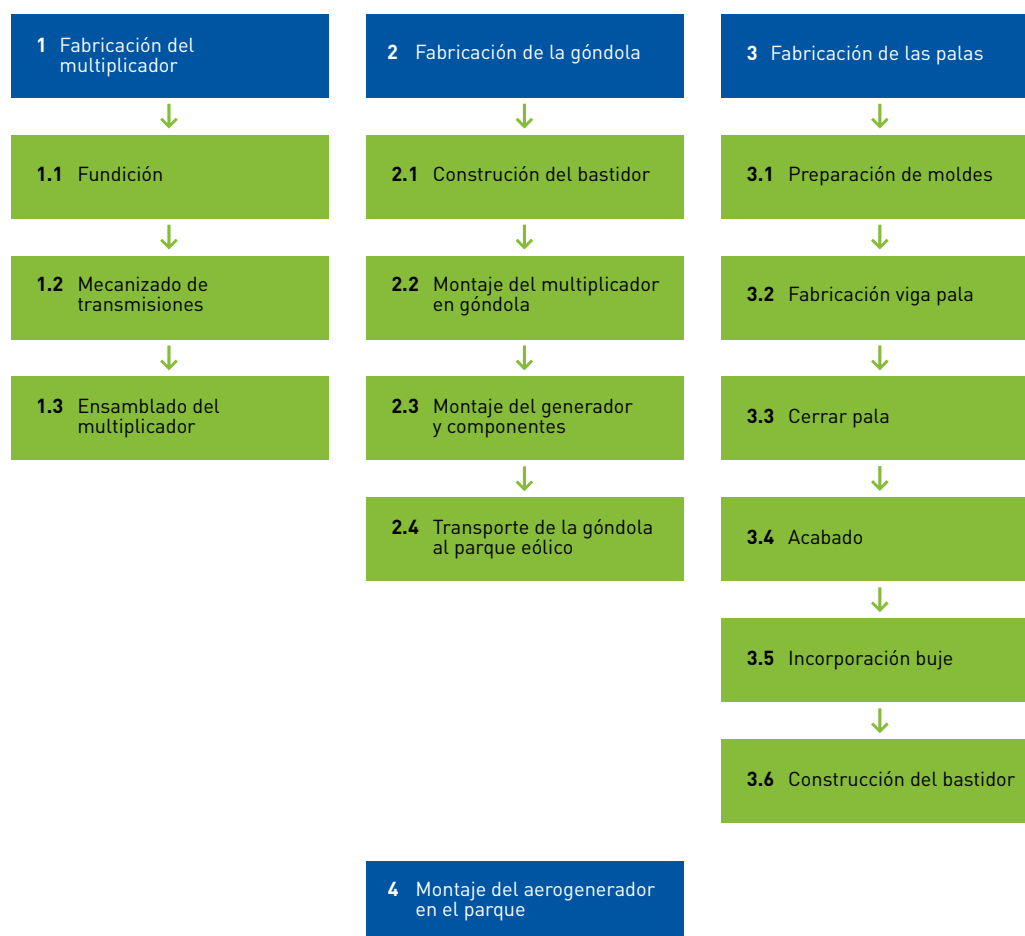
Las obras civiles son un componente esencial de estas centrales, en ellas se incluyen vías de acceso, cimentación de las unidades de generación, canalizaciones para cableados, construcción de cabina de controles y almacén, etc. Suponen buena parte de la instalación y el sector de la construcción es el más implicado en estas acciones.

La subestación eléctrica con todos sus componentes como: protecciones, trafos, embarrados, transformadores y demás, conforman el puente de conexión entre el parque eólico y la red eléctrica. Por ello se debe intentar que esté en las mejores condiciones de operación, a fin de que las labores de inyección a la red se den de la mejor forma, garantizando la eficiencia del proceso, y evitar así posibles penalizaciones o multas.

Toda instalación de estas características debe contar con un centro de operaciones, desde donde se gestionan todas las actividades que se realizan a diario en el parque. Posee un completo sistema de telecomunicaciones que no sólo le permite operar el parque en su totalidad sino que también posibilita el intercambio de información con cabinas de control más potentes que pueden gestionar varias centrales a la vez.

En estas instalaciones el elemento crítico es el aerogenerador, cuyo proceso de fabricación se divide en la fabricación de tres componentes clave: el multiplicador, la góndola o nacelle y las palas.

Figura 3.9. Etapas que intervienen en la fabricación de un aerogenerador



Fuente: elaboración propia

### 3.6.2.3.4 Energía solar termoeléctrica

El proceso productivo de la energía solar termoeléctrica, sea cual sea el tipo de central, está relacionado con proyectos de gran envergadura. Intervienen varias tareas, servicios, tecnologías y esfuerzos para hacer posible un tipo de energía de la cual se espera una notable contribución a la cuota total de energía producida a partir de fuentes limpias en el mundo.

De acuerdo con las tres clasificaciones más representativas, se ha elegido los sistemas de recepción central (TCS) como punto de referencia para describir los principales elementos que intervienen en estas instalaciones. Aunque las tecnologías de colectores cilindro-parabólicos están muy desarrolladas también, se ha preferido hacer énfasis en los sistemas TCS ya que manejan temperaturas más altas y, por ende, su rango de

aplicaciones es mayor. Esto no quiere decir que no se haga alguna aclaración cuando los caminos que siguen los procesos de estos dos sistemas disten mucho entre ellos. Respecto a las tecnologías de discos parabólicos se harán algunas puntualizaciones específicas pero no se entrará en detalle ya que su desarrollo se encuentra estancado debido a factores económicos.

En el desarrollo de proyectos de sistemas de recepción central, las tecnologías desarrolladas en cada uno de sus componentes suelen ser muy diversas y complejas. A continuación se describen las más utilizadas en cada uno de los diferentes elementos.

**Campo de helióstatos:** la disposición geométrica que tendrá el campo de helióstatos obedece al diseño previo y está muy relacionada con el tipo de

receptor ubicado en la torre central. La preparación de este terreno requiere una obra civil que despeje la zona por completo, a fin de no interceptar por sombras ninguna unidad de concentración. A su vez se ha de tener en cuenta espacios suficientes entre los heliostatos para labores de mantenimiento y control. En su diseño y modelización también intervienen paquetes informáticos, donde una de las variables más importantes es el factor de ocupación del suelo.

**Heliostatos:** son un componente clave de la instalación. Los aspectos más importantes en cuanto a su construcción y tecnologías implicadas, en relación con cada uno de los elementos que lo componen son:

- **Facetas:** fabricadas con vidrio metal en sus inicios, pasando por materiales poliméricos, fibra de vidrio y membranas tensionadas.
- **Estructura soporte:** el conjunto de facetas se soportan sobre materiales rígidos, resistentes y en la medida de lo posible que sean lo más ligeros posibles.
- **Pedestal:** suele ser un poste que asegura un eje vertical de referencia a la unidad de concentración, ha de ser lo suficientemente resistente tanto a cargas de viento como al propio peso del conjunto. En su construcción se utilizan materiales metálicos y también hormigón.
- **Cimentación:** obra civil perfectamente calculada con el objeto de conferirle la mayor estabilidad al conjunto. Las más utilizadas son de hormigón reforzado con acero.
- **Electrónica:** cada unidad debe tener una serie de dispositivos de control que permite ejecutar las órdenes al sistema de seguimiento del sol. Se componen de una tarjeta, controladores de corriente continua y un cargador. Estos sistemas están gobernados por un sistema de control central.
- **Sistema de seguimiento:** constituido por un motor cuyas piezas dentadas han de estar fabricadas con materiales como el acero, que ofrezcan buenas resistencias. Debe estar coordinado con los sistemas de control local y central.
- **Suministro eléctrico:** puede ser de la red convencional de energía eléctrica. Pero lo más común, y aprovechando las buenas condiciones solares, es que estos sistemas se alimenten con

energía solar fotovoltaica, por lo que es normal ver ligado un módulo fotovoltaico a la superficie receptora. Naturalmente, este módulo contendrá su propio sistema de almacenamiento energético, por lo que se deben incluir baterías.

- **Elementos complementarios:** además de cables, sistemas de interconexiones, antenas, etc., un elemento auxiliar a destacar es el sensor de vientos que registra las medidas de viento con el fin de obtener información de las posibles cargas de viento que puedan afectar a las unidades.
- Los sistemas de recepción para centrales de colectores cilindro parabólicos (CCP) son diferentes, ya que la superficie de incidencia de éstos describe una curvatura que es donde se recibe la radiación y a su vez se concentra sobre su punto focal. Sin embargo tienen una cierta relación con los heliostatos, ya que a fin de cuentas han de hacer coincidir la concentración sobre un punto específico, que para el caso de los sistemas CCP, se trata de un conducto absorbedor compuesto por dos tubos concéntricos, uno de metal y el otro de vidrio.

**Torre central:** construida en sus orígenes sobre estructuras metálicas suficientemente rígidas. Actualmente se opta por el hormigón reforzado con acero como los materiales más empleados.

**Receptor:** en la actualidad se cuenta con varias configuraciones. Están diseñados de acuerdo con su fluido de funcionamiento y deberán soportar unos elevados gradientes de temperatura. Por ello materiales como fibras cerámicas, espumas cerámicas, absorbedores cerámicos y paquetes de hilos metálicos son excelentes alternativas.

**Red de tuberías:** transportan tanto los fluidos de trabajo como los vapores de entrada y de salida. Han de estar perfectamente integradas con aislamientos sintéticos y deben estar fabricadas para soportar elevadas temperaturas.

**Fluido de trabajo:** el más utilizado es el vapor, pero también se puede trabajar con nitrato fundido, sodio líquido, sal HI-TEC y aire a presión. Su utilización está muy relacionada con la temperatura y el medio de almacenamiento.

**Sistema de almacenamiento térmico:** generalmente suelen ser tanques de grandes dimensiones, con especificaciones de construcción que incluyen aislamientos térmicos y condiciones

especiales de seguridad. Existen diferentes medios de almacenamiento tanto en medio sólido como líquido.

**Generador de vapor y turbina:** como parte del proceso, con las características específicas de diseño suministradas por el fabricante. Es un mercado establecido donde las dificultades de obtención de las máquinas, siempre y cuando estén dentro de los parámetros habituales, son mínimas.

**Control central:** puede decirse que es el cerebro de la instalación, interactúa con los demás sistemas y desde allí se ejecutan todas las órdenes que se realizan en cada proceso. Compuesto por un controlador central SCADA, subsistemas secundarios y un puesto de operación. Lo más importante a considerar es la compra de los paquetes informáticos, junto con su respectiva configuración, así como las obras civiles de construcción de la cabina de control.

**Conexión a red:** constituida por todos los componentes que relacionan la salida de energía eléctrica e inyección a la red. Incluyen todos los dispositivos de seguridad y protección de la instalación contra accidentes relacionados con variables eléctricas.

### 3.6.2.3.5 Energía de la biomasa

En este apartado se considerará la biomasa tomando como referencia una central térmica de biomasa para producción de electricidad.

Tal y como se comentó en líneas anteriores, a diferencia de la energía eólica o solar, donde el recurso natural llega a la instalación de forma directa y sólo se gestiona su obtención a través de emplazamientos apropiados, en la energía de la biomasa es necesario administrar el recurso desde el punto de vista de abastecimiento y de proximidad.

Una vez la biomasa se encuentra como producto final en la central es conducida desde el almacén hasta la caldera mediante un sistema de cintas transportadoras. Sin embargo, para el transporte de biomasa en la central también se pueden usar otros sistemas como tornillos sin fin, cadenas, r-dler, sistemas neumáticos, válvulas alveolares, etc.

El dispositivo donde se produce la conversión de la biomasa está marcado por el proceso termoquímico involucrado, la tecnología asociada y la aplicación final. De esta manera se tienen procesos de combustión, gasificación y pirólisis como

los más frecuentes y dentro de ellos una serie de configuraciones como: combustión en suspensión, lecho fluidizado, lecho fijo, lecho arrastrado, reactores ciclónicos, quemadores, parrillas, etc.

Después de este proceso, ya sea de combustión, gasificación o pirólisis, se da paso al sistema de limpieza de gases donde se pueden encontrar diferentes opciones como: catalizadores metálicos, filtros cerámicos o de mangas, reactores ciclónicos, etc. La idea es suministrar un gas de calidad en caso de que se quiera llevar a una turbina de gas o un motogenerador.

Si se trabaja con vapor, el siguiente paso es hacerlo pasar por una turbina adaptada a un generador para finalmente producir electricidad.

Los residuos se retiran dependiendo de sus características, es decir, el material particulado como las cenizas en una tolva donde posteriormente se asignará un tratamiento. En el caso de los gases, existe un retorno al proceso para aquellos que tienen un alto índice contaminante, mientras que las emisiones permisivas son evacuadas a través de una chimenea con una altura determinada.

Elementos como caldera, sistema de limpieza de gases, motores, generadores y turbinas son máquinas muy desarrolladas tecnológicamente y son suministradas por empresas especializadas, las cuales ofrecen buenas garantías de calidad que incluyen instalación y mantenimiento de algunos equipos, según acuerdos de venta.

La instalación debe contar con un circuito de circulación de fluidos de trabajo el cual incluye tuberías, bombas, llaves de paso, aislamientos térmicos, protecciones de seguridad y todos los accesorios necesarios para que los fluidos de trabajo lleguen a cada etapa con las características deseadas.

El sistema de apoyo energético es un elemento fundamental; consiste en una fuente alimentada generalmente con un combustible de fácil obtención (habitualmente gasóleo) y asegura que los procesos de la instalación no se vean interrumpidos por falta de materia prima.

La instalación es gobernada por un sistema de control central, dirigido desde una cabina de control, con un soporte informático especializado. Desde allí se controlan aperturas y cierres de válvulas, presiones, temperaturas, nivel de emisiones, características de la combustión, etc.

La subestación eléctrica constituye el medio de comunicación entre la instalación y la red que recibirá la energía ya transformada. Se asemeja a cualquier subestación de central térmica convencional. Se controla también desde la cabina de control central y ha de tener los sistemas de protección adecuados.

La obra civil representa un aspecto importante de la instalación ya que permite dar un orden físico a los procesos y puede abrir la posibilidad a futuras intervenciones de ampliación o modificación de la instalación. Incluye cabina de control central, naves de almacenamiento, parking, cimentación de silos, depósitos, tolvas, caldera, etc.

#### 3.6.2.3.6 Biocarburantes

La materia prima llega a la planta de molinenda donde es sometida a un proceso de limpieza, después pasa a los molinos de martillos, donde se obtiene la harina que va a ser empleada en las siguientes etapas. El proceso de molienda es el de molienda seca y está caracterizada por la división brusca del cereal, seguida de un calentamiento y licuefacción en agua caliente.

La relación de tamaño en la molienda normalmente suele permitir valores de un 10% (o menos) de partículas mayores a 1 mm de diámetro.

Para otros tipos de biomasa diferentes al cereal, existen procedimientos adicionales como trituration y filtrado en el caso de la uva y acondicionamiento y trituration para el caso de biomasa lignocelulósicas.

**Sacarificación:** el flujo de harina proveniente de la zona de molienda se mezcla con el agua de proceso, vapor condensado en el proceso de evaporación, vinazas recirculadas de la columna de destilación y agua residual. De este modo se aprovechan al máximo las aguas y vinazas, se calienta a 75 °C, menor que la temperatura de gelatinización del conjunto, y se corrige el pH añadiendo a continuación enzimas hidrolizantes (amilasa); la función de estas enzimas hidrolizantes es romper los enlaces de almidón.

Transcurridas dos horas se pasa a la fase de sacarificación disminuyendo la temperatura a 60 °C aproximadamente e incorporando una nueva enzima (amiloglucosidasa). Se corrige de nuevo el pH mediante la adición del H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Transcurridas ocho horas el mosto así obtenido se enfría a 30-35 °C y se procede a su fermentación. El proceso se efectúa en tanques de acero inoxidable, con agitadores y calorifugados.

Para el caso de obtención del azúcar con material lignocelulósico son necesarios procesos de hidrólisis ácida en dos etapas acompañada de una separación sólido líquido.

**Fermentación:** el mosto enfriado proveniente de la sacarificación se introduce en tanques para su fermentación mediante la adición de levaduras específicas. Previamente se lleva el mosto a un fermentador en el que permanecerá unos minutos. Es necesario añadir al mosto inoculado elementos nutrientes (proteínas) para favorecer el crecimiento de las levaduras así como airearlo, y la temperatura debe ser mantenida por debajo de los 32 °C por lo que los tanques deberán ir provistos de equipos refrigerantes exteriores.

El proceso es realizado con flujo en cascada pasando primero por un fermentador y después por varios fermentadores conectados en serie. Este proceso se efectúa de forma continuada durante periodos que sobrepasan las 24 horas, hasta que las levaduras hayan transformado el azúcar disponible en alcohol. Así se obtiene una cerveza de contenido alcohólico aproximado del 10% la cual pasa a la fase de destilación y deshidratación.

Los microorganismos que se utilizan son levaduras las cuales han de tener una alta tolerancia a las concentraciones de etanol así como soportar las condiciones de temperatura del proceso. *Saccharomyces cerevisiae* ha sido el microorganismo más ampliamente estudiado y el que más se utiliza a escala comercial. La levadura va a ser propagada sólo por el primer tanque ya que una vez iniciado el proceso, ésta irá pasando a los siguientes tanques a medida que vaya discurriendo el flujo por los distintos fermentadores.

Una de las claves principales para el éxito del proceso es mantener un nivel de células de *Saccharomyces* alto para tener así una rápida fermentación.

Para mantener la concentración de *Saccharomyces*, debido a las características autocatalíticas del proceso, se realiza un reciclado de las vinazas después de su destilación lo que hará que se mantenga el biocatalizador dentro del sistema reactor. Una nueva cantidad de levaduras son propagadas y cambiadas en el primer fermentador en aproximadamente un mes.

El CO<sub>2</sub> de la fermentación se recoge en una columna, se lava con ducha de agua y este agua se



recicla en el proceso de licuefacción. El tiempo del ciclo de fermentación puede ser de 40 a 72 horas.

**Destilación y deshidratación:** el mosto se destila en dos etapas. La primera etapa es llevada a cabo en una columna de destilación y una columna destrozadora que produce vapores de alcohol con un contenido del 45% de alcohol y el bagazo más las vinazas que serán objeto de proceso de obtención del pienso. La segunda etapa eleva el grado de la solución alcohólica a 95% mediante su paso por una columna rectificadora.

El alcohol así obtenido, se enfría y se manda a los tanques de almacenamiento para su expedición.

**Almacenamiento del etanol:** la producción diaria proveniente de la columna deshidratadora se recoge en un tanque de diario para su chequeo y control; en caso de aceptación pasa al almacén general de alcohol. Los tanques pueden estar provistos de cabeza flotante interna para evitar la contaminación acuosa y normalmente disponen de sistema contra incendios.

**Productos químicos y elementos adicionales:** este tipo de instalaciones requiere de una serie de compuestos químicos así como de otros elementos en cantidades significativas como son: agua, vapor y gases calientes. También son necesarios microorganismos tales como: enzimas alfa-amilasa, enzimas amiloglucosidasa. Todos ellos intervienen en etapas específicas y se han de preparar de acuerdo con las condiciones establecidas por la ruta de proceso.

Entre los compuestos químicos más frecuentes se encuentran: ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ); sosa cáustica (CaO); cloruro cálcico ( $Cl_2Ca$ ); ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ); agentes antiespumantes, soluciones nutrientes, agua, vapor, gases calientes.

**Monitorización:** como en la mayoría de las instalaciones de estas magnitudes es necesario contar con un centro de coordinación de operaciones, ubicado en una cabina de control central dotada de un completo soporte informático, que interactúa con sistemas de control con el fin de monitorizar todos los procesos de la central.

**Equipos:** por tratarse de instalaciones que manejan diferentes grados de temperatura y procesos químicos, se deben incluir unidades que soporten adecuadamente estas condiciones. A continuación se hace una breve descripción de los principales equipos implicados:

- Recepción de materias primas: báscula, equipos de muestreo, elevadores de cangilones.
- Almacenamiento materia prima: transportadores de cadena, silos, ventiladores, extractor rotativo, tornillos sin fin.
- Planta de molienda: depósito principal, trampa metálica, estación de limpieza, tanque de alimentación de suministro a molinos, molinos de martillo, filtros.
- Conversión y sacarificación: tanque extractor de vapores, bombas, enfriadores.
- Fermentación: tanques, prefermentador, bombas, fermentador, agitadores.
- Preparación de auxiliares: tanques de preparación, bombas dosificadores y de limpieza, agitadores.
- Destilación: columnas de destilación, rectificadora y destrozadora, lecho molecular, ducha de vahos, condensador de cola, tanque de expansión, enfriadores, hervidores, intercambiadores de calor, bomba de vacío.
- Secado y evaporación: decantadores, tanques de vinazas, tornillos de alimentación, ventiladores, cinta enfriadora, secadores de vapor.
- Evaporación: evaporadores, condensadores, intercambiador de placas, tanques para condensados.
- Almacenamiento de etanol: tanques de diario y de reserva con cabeza flotante, bombas de llenado.
- Torres de refrigeración.

#### 3.6.2.3.7 Energía hidráulica

La tecnología de la energía hidráulica está bien desarrollada y en la actualidad goza de una madurez tecnológica considerable, debido a su utilización desde hace décadas. Ambientalmente se valoran más positivamente las minicentrales hidroeléctricas ya que el área de incidencia sobre los ecosistemas se considera menor.

A continuación se describe lo más importante a considerar en términos de recursos para cada uno de los elementos que conforman una central de este tipo.

**Obras civiles:** conforman buena parte de la instalación debido a que el recurso hídrico debe ser

conducido desde su ubicación natural hasta la recepción en la turbina, y posteriormente debe ser entregado nuevamente al cauce aguas abajo. Estas obras civiles integran: excavaciones, derivación inicial del cauce, vías de acceso, bocatomas, canales de derivación, cimentaciones, presa, canal de desagüe y casa de máquinas entre otras. El sector de la construcción es el actor principal en el desarrollo de esta fase del proyecto, donde el elemento central a destacar es la edificación de la presa la cual demanda mayores esfuerzos debido a su complejidad y magnitud.

**Tuberías:** son pieza clave de la instalación y su elección se hace de acuerdo con rigurosos estudios hidráulicos. Dentro de las más utilizadas están las siguientes:

Tuberías de presión de palastro, son muy empleadas pues pueden adaptarse fácilmente a las más altas presiones. Son más utilizadas las tuberías de palastro de acero que las de hierro.

Las tuberías de hormigón armado, se utilizan en casos de gran caudal y alturas de salto hasta unos 40 metros. Están constituidas por espiras de hierro, que hacen de directrices y por varillas de reparto que son las generatrices, fundidas ambas armaduras en hormigón hidráulico.

Las tuberías de hormigón precomprimido están constituidas por tubos de hormigón armado con una ligera armadura longitudinal de hierro, cuyo objeto es obtener una estructura resistente a los esfuerzos longitudinales que se presentan durante las maniobras de preparación. La presión hidráulica se resiste por medio de un hilo de acero enrollado en el tubo, lo que permite reducir notablemente el espesor del tubo sin que éste pierda resistencia.

Dependiendo su naturaleza, estas tuberías pueden estar enterradas, semienterradas o proyectadas en el aire y soportadas sobre unos anclajes de hormigón macizo reforzado con estructura metálica. Además cuentan con accesorios adicionales de control como válvulas, iotas, bridas, etc.

**Rejillas:** se instalan como sistema de filtro para evitar el paso de elementos de considerable tamaño como son ramas, troncos y otros materiales que arrastra el cauce y que pueden estropear los equipos que se encuentran más adelante. Estos elementos utilizan un sistema de limpieza que puede ser accionado mediante dispositivos como:

engrane y cremallera, cable y polea o cadena. Las rejillas utilizan principalmente materiales de hierro para su construcción.

**Compuertas:** las compuertas utilizadas en todos los sitios posibles, son de las mismas características constructivas; únicamente hay que tener en cuenta que las compuertas sometidas a grandes presiones (por ejemplo, en las tomas de agua) habrán de ser de construcción más robusta que las compuertas que resisten pequeñas presiones (por ejemplo, en los canales de derivación abiertos).

**Órganos de obturación:** conocidos también con el nombre de válvulas, se utilizan para abrir y cerrar el paso del agua por los conductos forzados. En las instalaciones hidroeléctricas se encuentran muchos tipos de órganos de obturación, que cumplen además funciones muy diferentes. La elección del tipo más apropiado depende de las dimensiones, de la forma de la sección que se ha de obturar, de la presión, de la necesidad de una regulación de apertura parcial, etc. Los más frecuentes son: válvulas de compuerta, válvulas de mariposa y válvulas esféricas.

**Turbina:** cada tipo de turbinas (Francis, Hélice, Kaplan y Pelton) relaciona una serie de elementos internos propios, lo cual las hace muy diferentes las unas de las otras. Sin embargo un tema común en todas ellas es que necesitan ser construidas con materiales que soporten elevadas presiones. El acero y aleaciones de metales representan la opción más utilizada por las empresas que se dedican a su construcción. Estas compañías por lo general cuentan con buenas ofertas de garantía y mantenimiento asociadas a la compra. Asimismo, se debe establecer un compromiso de suministro de repuestos que pueden sufrir desgastes de forma habitual.

**Multiplicador:** es otro componente del subsistema de generación. Se emplea para adaptar las condiciones de sincronismo con la frecuencia de la red y se ubica a la entrada del alternador. Su misión es la de aumentar la velocidad de rotación en el alternador manteniendo la velocidad de rotación en turbina. Son máquinas con tecnologías muy desarrolladas que cuentan con gran variedad de representaciones comerciales.

**Alternador:** es la parte más importante de la central, puede ser síncrono o asíncrono y su funcionamiento debe estar coordinado con la turbina y el multiplicador. Junto con la turbina son elementos con una gestión de compra muy específica, por lo

cual ha de realizar un contrato de compra detallado donde figuren todos los servicios, incluidos los de postventa.

**Volante de inercia:** es un elemento pasivo que proporciona inercia al sistema. Consiste en una rueda o disco elaborada con material de fundición o de acero y que está adaptada al eje del rotor. Ha de ser lo suficientemente pesado como para reducir variaciones de velocidad cuando hay cambios en el par motor.

**Cabina de controles:** desde allí se controlan todas las operaciones de la planta. Un adecuado soporte informático y de telecomunicaciones es lo más destacable y representativo de esta unidad.

**Subestación eléctrica:** como en la mayoría de las instalaciones la subestación eléctrica es de características similares. Hasta llegar a línea de alta o media tensión, se dispone de elementos como: embarrados, transformadores de medida y contadores de energía, celdas y transformador, interruptores, seccionadores y enganche a la línea, entre otros.

### 3.6.2.4 Homologación y certificación

Una vez concluido el proceso de fabricación, los equipos deben pasar una fase de homologación y certificación que normalmente se lleva a cabo en laboratorios cualificados independientes. En el caso de equipos de menor importancia los ensayos los puede realizar el propio fabricante.

En los laboratorios de ensayo se realizan una serie de pruebas en las condiciones "normales", o aquellas en las que los equipos van a trabajar y se obtiene los datos de rendimiento, durabilidad... De estos ensayos también se obtienen las curvas de potencia de los equipos que el fabricante debe facilitar a sus clientes.

No todas las homologaciones y certificados son obligatorios, existen por ejemplo certificados de calidad o de respeto al medio ambiente que emiten empresas cualificadas, muchas de ellas a nivel europeo.

### 3.6.2.5 Estudios de pre-venta

Los fabricantes de equipos tienen sus propios departamentos técnicos donde realizan un estudio previo de la instalación. Estos estudios sirven para dimensionar la instalación, sobre todo en el caso de producción de energía de baja potencia

distribuida (energía térmica, fotovoltaica distribuida o mini-eólica), y poder realizar la oferta de venta de los equipos necesarios (número de captadores solares, módulos fotovoltaicos, sistemas de almacenamiento, etc.) y sus presupuestos.

También realizan tareas de asesoramiento sobre las instalaciones; puesta en marcha de la instalación o supervisión de la misma; y elaboran manuales y documentos sobre los equipos.

### 3.6.2.6 Comercialización y distribución

La etapa de comercialización y distribución de los equipos requiere de un gran número de personal comercial y de logística, respectivamente.

El departamento comercial tiene un peso importante en las empresas fabricantes, mientras que en las tareas de logística, el almacenaje de los productos lo suele hacer el propio fabricante (dependiendo del tamaño de la empresa) subcontratando las tareas de transporte.

Para las aplicaciones domésticas los productos se suelen distribuir por los canales convencionales de comercialización como las grandes superficies. Los equipos para grandes instalaciones se venden a los promotores o instaladores.

### 3.6.2.7 Servicios de post-venta

El servicio de post-venta se centra en la reparación y mantenimiento de los equipos. Estas tareas las realiza el fabricante durante el periodo de garantía de los productos (se suelen subcontratar), y después lo suelen realizar empresas independientes.

El servicio de post-venta también puede prestar asistencia telefónica o telemática ante averías de los equipos.

# **4 Análisis de cuentas de resultados de las principales empresas del sector de energías renovables y evaluación de su impacto en el conjunto de la actividad económica**

## 4.1 OBJETIVOS. METODOLOGÍA. FUENTES DE INFORMACIÓN

### 4.1.1 Objetivos

El objeto de análisis de este apartado son las cuentas de resultados de las principales empresas del sector de las energías renovables en España –por volumen de empleo y facturación–, con el fin de evaluar el impacto del sector sobre el conjunto de la actividad económica. Los resultados de este análisis son independientes, aunque aportan información complementaria, de los que se presentan en las otras partes del estudio.

A partir de los datos de la encuesta realizada por ISTAS en 2007 a 422 empresas, se determinó que el análisis de las cuentas de resultados de las empresas de más de doscientos cincuenta trabajadores podía ofrecer una imagen acertada de los principales agregados económicos y de empleo del sector, ya que representaban el 61,3% del empleo del sector, es decir casi dos de cada tres empleos.

**Tabla 4.1. Distribución del empleo por tamaño empresarial**

Tamaño empresas por volumen de empleo	Empleo	Porcentaje sobre el total que se conoce el tamaño	Porcentaje acumulado sobre total que se conoce el tamaño
Menos 10 trabajadores	825	2,9	2,9
De 11-50 trabajadores	3.696	12,8	15,7
De 51-250 trabajadores	6.612	23,0	38,7
De 251-1.000 trabajadores	832	2,9	41,6
Más de 1.000 trabajadores	16.780	58,4	100
Sin información tamaño	8.091		
<b>Total</b>	<b>36.836</b>		

Fuente: elaboración propia a partir de datos de ISTAS

### 4.1.2 Metodología y fuentes de información

La fuente de información principal para esta parte del estudio han sido las Cuentas de Resultados de las empresas inscritas en el Registro Mercantil. En la mayor parte de las empresas estudiadas los datos se han obtenido de las Cuentas de Resultados Consolidadas, y en el caso de que éstas no estuvieran disponibles, de las Cuentas de Resultados Ordinarias. Asimismo, alguna información complementaria ha sido obtenida, de forma excepcional, de otras fuentes, como las Memorias publicadas por las empresas en formato electrónico. El año de referencia para todos los datos incluidos en cuadros y a lo largo del texto, a no ser que se indique lo contrario, es 2008 (las Memorias de 2009 todavía no estaban disponibles).

Una vez iniciada la recopilación de datos en el Registro Mercantil se encontraron dos tipos de dificultades. Por un lado, la imposibilidad de identificar adecuadamente algunas empresas en el Registro Mercantil, debido a cambios de denominación. Y por otro, la complejidad asociada a la estimación del porcentaje de actividad que

los grandes grupos empresariales (con actividad en varios sectores) concentran en las energías renovables. Ante estos obstáculos, se determinó bajar el umbral de empleo a empresas de más de ciento cincuenta trabajadores.

En algún caso excepcional se han considerado empresas con un menor volumen de empleo; el criterio que justifica su inclusión, en esos casos, es la existencia de un importante volumen de negocios. Este segundo criterio es el que justifica la inclusión en el estudio de ENDESA COGENERACIÓN Y RENOVABLES, S.L.; MOLINOS DEL EBRO; MAESSA TELECOMUNICACIONES, INGENIERÍA, INSTALACIONES Y SERVICIOS (MAETEL), S.A.; ECOTECNIA ENERGÍAS RENOVABLES, S.L.; ECOTECNIA NAVARRA, S.A.

Fruto del trabajo de búsqueda finalmente se han seleccionado para su análisis económico veintidós empresas. El volumen total de empleo de las empresas analizadas es de 25.601, es decir un 69,5% del empleo del total de las empresas analizadas por la encuesta realizada por ISTAS en 2007 (ver tabla 4.1), que era de 36.836 empleos.

Los epígrafes de las cuentas que han sido analizados son:

- Importe neto de la cifra de negocios.
- Otros ingresos de explotación.
- Ingresos financieros.
- Aprovisionamientos.
- Gastos de personal.
- Cargas sociales.
- Otros gastos de explotación.
- Gastos financieros.
- Gastos en I+D.
- Ventas destinadas a la exportación.

La mayor parte de esta información está disponible en un formato homogéneo para todas las empresas en sus Cuentas de Resultados. Sin

embargo, hay algunos, como los Gastos en I+D+i o las ventas destinadas a la exportación, que al no ser de obligada inclusión, no están disponibles para todas ellas (o no lo están de la misma forma).

Todos los datos económicos y de empleo se refieren a la actividad que se estima que las empresas dedican al ámbito de las energías renovables y se realiza en España.

En los casos en que se estima qué proporción de la actividad está relacionada con las energías renovables (o en aquéllos en los que se especifica el peso específico de cada tecnología), se ha utilizado como criterio el porcentaje de cada actividad o segmento sobre el importe neto de la cifra de negocios. Cuando se ha tenido que recurrir a otro criterio para establecer la estimación, lo indicamos de forma específica.

Cuando las empresas o los grupos realizan actividad económica en el extranjero, los datos económicos y de empleo son los asociados a la actividad que estimamos que es realizada en territorio nacional. En el caso de ABENGOA, S.A. y EDP RENOVAVEIS, S.A., el criterio utilizado para esa estimación es la ponderación del dato de empleo en el extranjero que facilitan las mismas empresas en sus Memorias. Para GAMESA, S.A. se ha hecho la estimación a partir de la proporción de activos que la empresa tiene en el extranjero<sup>1</sup>.

El volumen de exportaciones se calcula según la participación de las ventas externas sobre el total de la cifra de negocios.

A continuación, detallamos la descripción de las principales variables e indicadores utilizados:

- **Remuneración del capital:** retribuciones a la alta dirección y miembros del consejo de administración más reparto de dividendos.
- **Valor añadido:** (importe neto de la cifra de negocios + otros ingresos de explotación + ingresos financieros) – (aprovisionamientos + otros gastos de explotación + gastos financieros).
- **Productividad:** valor añadido/empleo directo.
- **Exportaciones:** se calcula sobre el ingreso total a partir del porcentaje del importe neto de la cifra de negocios obtenido en mercados externos.

<sup>1</sup>Según las fuentes y las estimaciones indicadas, ABENGOA, S.A. cuenta con 4.017 trabajadores dedicados a actividades relacionadas con energías renovables en el extranjero, EDP RENOVAVEIS, S.A. con 280, y GAMESA, S.A. con 1.842

- **Empleo asociado a exportaciones:** sobre el total de empleo directo se aplica el porcentaje que suponen las exportaciones sobre el importe neto de la cifra de negocios.
- **Empleo indirecto:** se calcula primero el gasto de la empresa que está generando empleo en otros sectores de actividad (aprovisionamientos + otros gastos de explotación)<sup>2</sup>; sobre ese importe, se aplica el índice “productividad aparente de la economía española”, que aproxima el nivel medio de productividad en el país. Por último, suponiendo que los sectores en los que se crea empleo indirecto registran un nivel de productividad equivalente al índice, se obtiene el dato de empleo indirecto. Se debe destacar que el empleo indirecto estimado no es sólo el que las energías renovables generan en España, también se incluye el empleo generado en el extranjero mediante importaciones.

Conviene hacer una aclaración metodológica adicional respecto al análisis del empleo indirecto que se lleva a cabo. La categoría de empleo indirecto se refiere a aquellos puestos de trabajo que, de forma indirecta, genera cada empresa en otras empresas debido a los gastos en los que incurre y, consecuentemente, la actividad económica que genera. De esta forma, cuando nos referimos a “empleos indirectos” nos estamos refiriendo a puestos de trabajo de muy diversa naturaleza y con una relación también distinta respecto al sector de las energías renovables. Por una parte, puede tratarse tanto de puestos de trabajo subcontratados por las empresas analizadas como de puestos de trabajo ubicados en empresas independientes y con las que las empresas de nuestra muestra mantienen relaciones económicas. Por otra parte, el gasto, la actividad, y por tanto los puestos de trabajo asociados, pueden estar erradicados tanto dentro del sector de las energías renovables como fuera de él.

- **Índice de productividad aparente de la economía española:** es el ratio entre el volumen de producción de la economía y el número de trabajadores. Realizando los cálculos a partir de datos del INE para el nivel de producción de la economía española en 2008, y de EUROSTAT

para el número de empleos a jornada completa equivalente en el mismo año, el índice obtenido es de 127.972,21 euros/trabajador.

- **Estructura del empleo según el perfil de las ocupaciones:** se realizan los cálculos con datos de la plantilla a 31 de diciembre de 2008 (los demás datos de empleo son promedios para el año 2008). Conviene destacar que en las Memorias de Resultados depositadas en el Registro referentes al año 2008 no figura información sobre la estructura de cualificaciones de la plantilla de ACCIONA ENERGÍA, S.A. ni de IBERDROLA RENOVABLES. Los datos de esas dos empresas, por tanto, no se han podido incluir para el cálculo de la estructura agregada del sector.

<sup>2</sup>No se incluye para el cálculo del empleo indirecto el gasto de naturaleza financiera, debido a que el índice de productividad en el sector financiero es muy superior al del resto de la economía, por lo que la aplicación del método de estimación utilizado no resultaría adecuado

## 4.2 PRINCIPALES MACROMAGNITUDES ECONÓMICAS

Tras el análisis de las memorias de las 22 empresas seleccionadas se han obtenido resultados económicos y de empleo que se sintetizan a continuación. En la siguiente tabla se recogen las principales macromagnitudes económicas.

**Tabla 4.2 Principales macromagnitudes económicas**

	Agregado Millones de euros	Promedio por empresa	
		Porcentaje sobre total de ingresos	Millones de euros
Total ingresos	13.793,82	100	626,99
Importe neto cifra de negocios	11.975,41	84,45	544,38
Otros ingresos de explotación	512,55	7,14	23,30
Ingresos financieros	1.305,85	8,42	59,36
Aprovisionamientos	7.418,75	52,36	377,21
Gastos de personal	1.048,74	8,74	47,67
Otros gastos de explotación	1.226,33	11,79	55,74
Gastos financieros	1.091,34	10,67	49,61
Valor añadido	4.057,60	25,18	184,44
Productividad (euros/trabajador)			395.720,04
Retribución al capital	255,94	3,09	12,80
Gastos I+D+i	61,72	0,59	10,29
Exportaciones	4.827,95	27,97	603,49

Nota: principales macromagnitudes económicas. Se calculan los promedios teniendo en cuenta las empresas para las que hay información disponible. El promedio de productividad se calcula ponderando el nivel de productividad de cada empresa según su peso relativo sobre el total en términos de importe neto de su cifra de negocios.

Fuente: elaboración a partir de los datos recogidos en los Depósitos de Cuentas de la empresa (Registro Mercantil)



## 4.2.1 Participación sobre el volumen de producción total y sobre el valor añadido

El conjunto del total de ingresos de las 22 empresas consideradas en esta parte del estudio es de 13.794 millones de euros. Por tanto, la contribución de las empresas consideradas al conjunto de la economía en términos de producción bruta se sitúa en torno a un 0,66%. Este peso relativo confirma la importancia económica del sector.

**Tabla 4.3. Peso relativo de las 22 empresas de energías renovables seleccionadas en términos de producción**

Millones €	Economía española	22 empresas de energías renovables seleccionadas	Porcentaje
<b>Producción total</b>	2.097.055	13.794	0,66

Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos de las memorias para las empresas seleccionadas del sector de energías renovables (Registro Mercantil) y de datos de INE para los datos agregados de la economía española

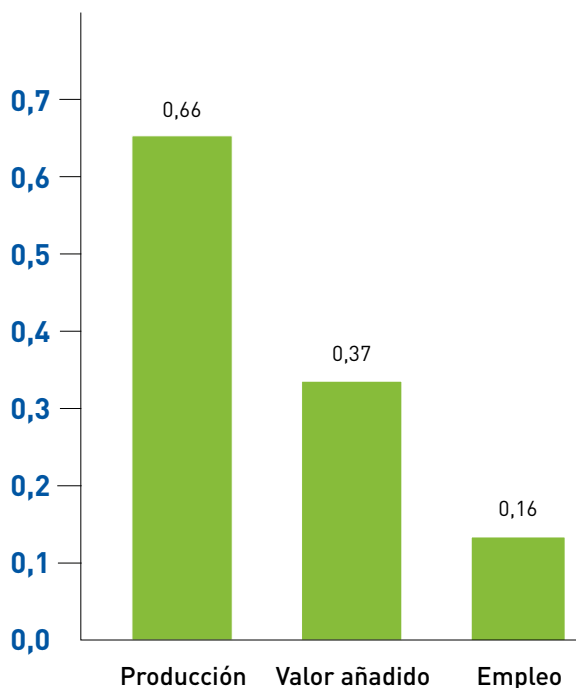
Los datos obtenidos a partir de las 22 empresas consideradas permiten concluir que en términos de valor añadido la participación del sector de las energías renovables dentro del total de la economía es sensiblemente inferior. En efecto, para el caso de las 22 empresas para las que se ha efectuado el análisis, el valor añadido generado representa el 0,37% del PIB. La diferencia de participación entre la producción y el valor añadido indica que el sector de las energías renovables tiene un índice de compras de aprovisionamientos y servicios exteriores contratados superior al medio de la economía española.

**Tabla 4.4. Peso relativo de las 22 empresas de energías renovables seleccionadas en términos de valor añadido**

Millones €	Economía española	22 empresas de energías renovables seleccionadas	Porcentaje
<b>PIB</b>	1.088.502	4.057,60	0,37

Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos de las memorias para las empresas seleccionadas del sector de energías renovables (Registro Mercantil) y de datos de INE para los datos agregados de la economía española

**Gráfica 4.1. Peso relativo de las 22 empresas de energías renovables seleccionadas (producción, valor añadido y empleo), % sobre el conjunto de la economía**



Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos de las memorias para las empresas seleccionadas del sector de energías renovables (Registro Mercantil) y de datos de INE para los datos agregados de la economía española

## 4.2.2 Productividad

La productividad promedio de las 22 empresas analizadas en el estudio es de 395.720,04 euros por trabajador, es decir, muy por encima de la productividad promedio de la economía española (de 66.425,54 euros por trabajador)<sup>3</sup>. Esta superior productividad es plenamente coherente con el menor peso que tienen los gastos de personal en estas empresas sobre el total de ingresos, un 8,74%, frente al conjunto de empresas industriales según la Encuesta Industrial de empresas, un 13,25%.

## 4.2.3 Coeficiente exportador

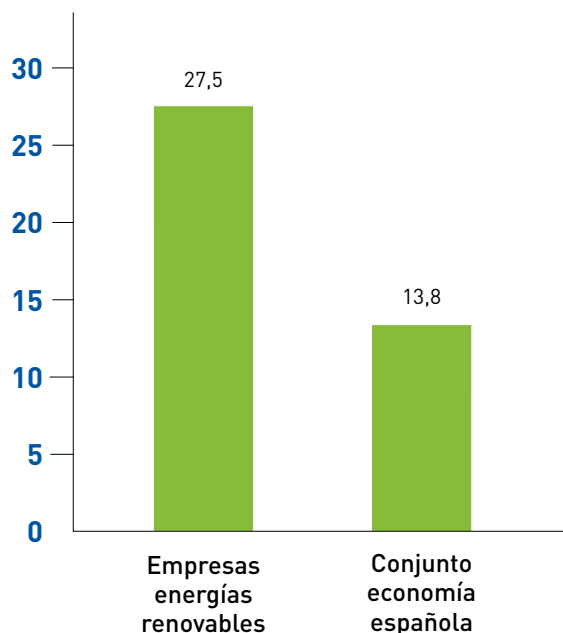
Según muestran las 22 empresas del estudio, el sector de las energías renovables tiene una propensión a la exportación muy superior a la media nacional. Estas 22 empresas registran un coeficiente exportador que duplica al del conjunto de la economía. El volumen total de exportaciones de las empresas analizadas asciende a 4.827 millones de euros, esto es, un 27,5% del total de sus ingresos, mientras que la propensión exportadora de la economía española se sitúa en un 13,8%. No se puede olvidar que estas 22 empresas son las de mayor envergadura del sector, tanto por tamaño de su plantilla como por volumen de su cifra de negocios. Por tanto, con toda seguridad, el coeficiente de exportación a ellas asociado es superior al que registra el sector de las energías renovables en su conjunto.

**Tabla 4.5. Coeficiente exportador de las 22 empresas de las energías renovables seleccionadas**

	Economía española	22 empresas de energías renovables seleccionadas
Exportaciones/ingresos totales (%)	13,8	27,5

Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos de las memorias para las empresas seleccionadas del sector de energías renovables (Registro Mercantil) y de datos de INE para los datos agregados de la economía española

<sup>3</sup>Cálculo realizado para 2008 a partir de datos del INE

**Gráfica 4.2. Coeficiente exportador empresas de energías renovables y conjunto de la economía (Exportaciones/PIB, %)**

Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos de las memorias para las empresas seleccionadas del sector de energías renovables (Registro Mercantil) y de datos de INE para los datos agregados de la economía española

#### 4.2.4 Esfuerzo inversor en I+D+i

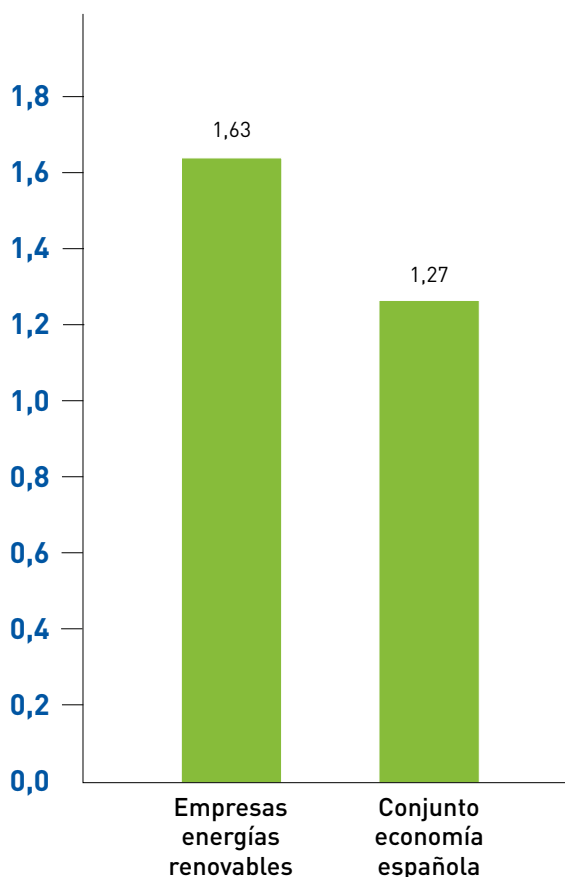
Los datos obtenidos del estudio de las 22 empresas también indican que éstas registran un nivel de gastos en I+D+i sobre el PIB sensiblemente superior al del resto de la economía. De nuevo en este caso hay que recordar que las empresas consideradas son, con mucha probabilidad, las que mayor esfuerzo inversor en I+D+i están realizando dentro del sector de las energías renovables. No obstante, hay fundamento para sostener que estas cifras que se obtienen de las cuentas de Resultados y Memorias de las empresas están infravaloradas. Esto se debe a que el gasto en I+D+i, que no es de obligada inclusión, es un dato que no estaba presente en la totalidad de las empresas analizadas.

**Tabla 4.6. Gasto en I+D+i sobre el PIB (%)**

	Economía española	22 empresas de energías renovables seleccionadas
Gasto en I+D+i sobre PIB (%)	1,27	1,63

Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos de las memorias para las empresas seleccionadas del sector de energías renovables (Registro Mercantil) y de datos de INE para los datos agregados de la economía española

**Gráfica 4.3. Esfuerzo inversor en I+D+i empresas de energías renovables y conjunto de la economía (Gasto en I+D+i/PIB, %)**



Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos de las memorias para las empresas seleccionadas del sector de energías renovables (Registro Mercantil) y de datos de INE para los datos agregados de la economía española

#### 4.2.5 Actividades en el sector financiero

En promedio, las 22 empresas analizadas dedican una proporción de recursos muy elevada al ámbito financiero. Así, es muy significativo que el 8,4% de los ingresos de estas empresas son de naturaleza financiera. Para evaluar hasta qué punto esta proporción de recursos procedente de las finanzas es comparativamente elevada (teniendo en cuenta que ésta no es la actividad principal de estas empresas), tengamos en cuenta que según los datos de la Encuesta

Industrial, el promedio de ingresos que el total de la industria registra como “otros ingresos de explotación” (partida en la que quedan incluidos los ingresos financieros) es de 2,46%. Mientras, la partida de “ingresos financieros” (que sólo computa gastos financieros) de las 22 empresas que hemos analizado es más de tres veces superior, alcanzando el 8,42% del total de sus ingresos.

En realidad, este elevado valor del ingreso financiero promedio de las 22 empresas se explica por la presencia dentro de este grupo de algunas que obtienen ingresos financieros extremadamente altos. Se trata de MOLINOS DEL EBRO, S.A. (92,16% de sus ingresos son financieros), EDP RENOVAVEIS, S.A. (30,34%), ISOFOTON, S.A. (13,49%), ECOTECNIA ENERGÍAS RENOVABLES, S.L. (9,48%), ENDESA COGENERACIÓN Y RENOVABLES, S.L. (9,43%).

## 4.3 PRINCIPALES INDICADORES DE EMPLEO

Tabla 4.7. Indicadores de empleo

	Empresas analizadas	Promedio por empresa
Empleo directo (trabajadores)	25.601	1.163
Asociado a ventas en el mercado interno (trabajadores)	15.875	722
Asociado a exportaciones (trabajadores)	9.726	442
Empleo indirecto (trabajadores)	67.553	3.071
Empleo total (trabajadores)	93.154	4.234

Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos de las memorias para las empresas seleccionadas del sector de energías renovables (Registro Mercantil). El promedio del salario anual se calcula ponderando el nivel salarial de cada empresa según su peso relativo sobre el total en términos de empleo directo

### 4.3.1 Empleos directos

El volumen de empleo ubicado en España que las 22 empresas analizadas dedican a energías renovables asciende a 25.601 puestos de trabajo. Sobre el total de la economía española, estas empresas aglutinan el 0,16% del empleo. La diferencia de peso del sector en el total nacional en términos de empleo y de valor añadido vuelve a poner de manifiesto sus altos niveles de productividad (ver apartado 3.2).

### 4.3.2 Empleos directos vinculados a exportaciones

El volumen de empleo directo ligado a la actividad exportadora del sector se estima que ascendería a 9.726 puestos de trabajo. Con toda probabilidad, la proporción de empleo directo relacionada con las ventas en mercados externos es más elevada en las 22 empresas seleccionadas para este estudio que en el resto de las empresas del sector de las energías renovables.

### 4.3.3 Empleos indirectos

El volumen de empleo indirecto generado por estas 22 empresas del sector de energías renovables

asciende a 67.553 puestos de trabajo; según se explica con más detalle en el apartado metodológico, se trata de empleos generados no sólo en el sector de las energías renovables, sino también en otros sectores de actividad. Según se puede observar al analizar las fichas de las empresas, y según también se adelantó en las aclaraciones metodológicas, el índice de generación de empleo entre unas empresas y otras registra una variabilidad muy elevada. El promedio de este índice (coeficiente entre empleo indirecto y empleo directo) es de 3,8; es decir, en promedio, por cada puesto de trabajo directo de estas 22 empresas se están generando 3,8 empleos fuera de cada una de ellas. Los casos de valores más extremos los registran empresas como MOLINOS DEL EBRO, S.A., ECOTECNIA ENERGÍAS RENOVABLES, S.L., Y ENDESA COGENERACIÓN Y RENOVABLES, S.L., en las que según nuestras estimaciones por cada puesto de trabajo directo se están creando, respectivamente, 24,1; 15,7 y 8,1 puestos de trabajo fuera de la empresa.

Estos índices tan altos se explican por unos niveles de productividad extraordinariamente elevados (ver fichas de empresas). En el caso de MOLINOS DE EBRO, S.A., ese nivel de productividad tan elevado está relacionado con que los ingresos financieros representan el 92,16% del total de ingresos.

VESTA NACELLES SPAIN, S.A. también registra un ratio de generación de empleo indirecto por cada puesto de trabajo directo bastante elevado (7,50 puestos de trabajo indirectos por cada empleo directo). En este caso, el índice se explica porque la proporción de recursos destinados a compras de aprovisionamiento u otros gastos de explotación sobre el total de ingresos está muy por encima de la media (supone más de un 90% sobre el total de ingresos, ver ficha de la empresa).

Por otra parte, la metodología utilizada no permite identificar qué volumen de ese empleo es de origen nacional (servicios y aprovisionamientos comprados a empresas ubicadas en España), o el

extranjero (servicios y aprovisionamientos importados). Por tanto, y a diferencia de los demás datos de empleo que hemos elaborado, el total de la cifra de empleo indirecto que estimamos generan estas 22 empresas no están ubicados en territorio nacional.

#### 4.3.4 Estructura de las ocupaciones

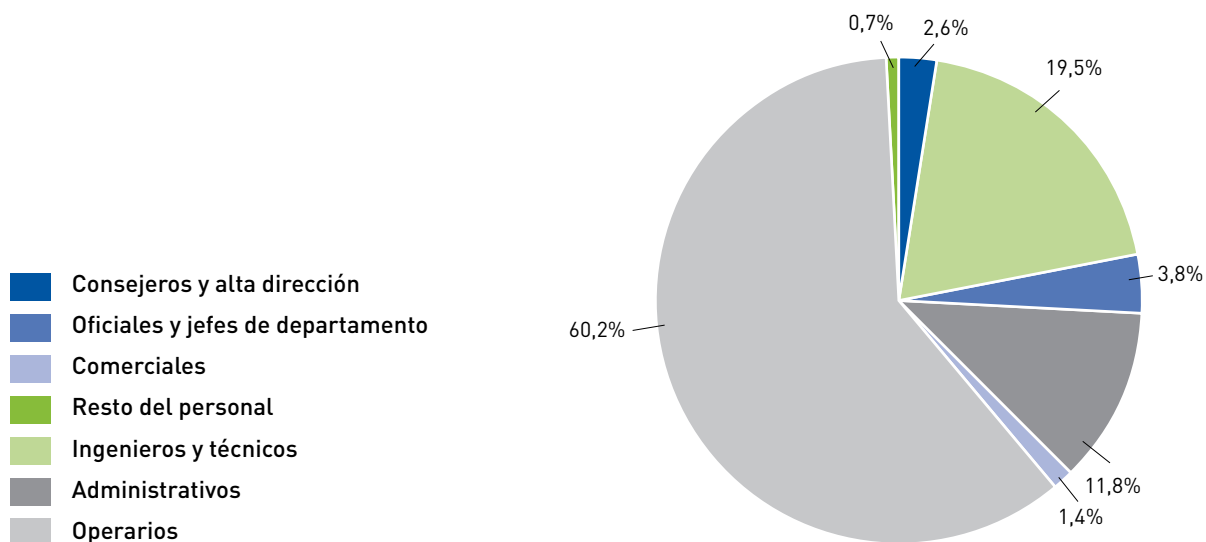
La estructura de las plantillas según ocupaciones, a partir de los datos obtenidos de las 22 empresas analizadas, es la que sigue:

**Tabla 4.8. Estructura del empleo según ocupaciones**

Categorías profesionales	Participación de cada categoría sobre el total de la plantilla (%)
Consejeros y alta dirección	2,59
Ingenieros y técnicos	19,48
Oficiales y jefes de departamento	3,76
Administrativos	11,79
Comerciales	1,43
Operarios	60,20
Resto del personal	0,74
<b>Total</b>	<b>100,00</b>

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de empleo a 31 de diciembre de 2008 registrados en las Memorias de las empresas seleccionadas. En la partida "resto del personal" se incluyen ayudantes, limpieza y mantenimiento y otras partidas residuales (como "varios" o "personal diverso")

Como se puede observar, la cualificación media de la plantilla del sector registra un nivel relativamente elevado. Destaca, particularmente, la alta proporción de personal técnico cualificado, como son ingenieros y técnicos de otras categorías, que suponen prácticamente un quinto sobre el total de la plantilla.

**Gráfica 4.4. Composición del empleo según ocupaciones (% sobre el total)**

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de empleo a 31 de diciembre de 2008 registrados en las Memorias de las empresas seleccionadas. En la partida “resto del personal” se incluyen ayudantes, limpieza y mantenimiento y otras partidas residuales (como “varios” o “personal diverso”)

Sin embargo, el análisis agregado o promedio del conjunto de las plantillas de las 22 empresas oculta la existencia de una pauta muy acusada que permite distinguir dos tipologías de empresas bien diferenciadas.

Por una parte, existe un tipo de empresas que se caracterizan por mantener un núcleo importante de producción industrial, con una proporción muy considerable (muy por encima del promedio) de su plantilla dedicada al ámbito de la producción en la categoría de operarios o peones. Se trata, por ejemplo, de ECOTECNIA NAVARRA, S.A., en la que el 90,3% de los puestos de trabajo se clasifican en la categoría de operarios; de SILIKEN MODULES SOCIEDAD LIMITADA, con un 89,1% de operarios; INGETEAM CORPORACIÓN SOCIEDAD ANÓNIMA, con el 82% de su plantilla adscrita al ámbito de la producción; o VESTAS NACELLES SPAIN, S.A., en la cual el 75,3% se clasifican también en producción.

Por otra parte, hay una segunda tipología de empresas que precisamente destacan por la baja participación de los trabajadores industriales dentro de sus plantillas. Los casos más extremos son ELECNOR, S.A., con sólo un 8,8% de peones en su plantilla; ECOTECNIA ENERGÍAS

RENOVABLES, S.L., con un 1,6% de operarios; ENDESA COGENERACIÓN Y RENOVABLES, S.L., en la que la suma de operarios y administrativos se cifra en el 7,9%; GE WIND ENERGY, S.L., con el 10,9% de operarios; y por último IBERDROLA INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN SOCIEDAD ANÓNIMA (IBERINCO), donde sólo el 17,7% de los trabajadores son administrativos y técnicos no titulados. Conviene destacar que buena parte de las empresas que se corresponden con este segundo perfil coinciden con aquellas identificadas como altamente especializadas en actividades financieras (ver apartado 4.2.5).

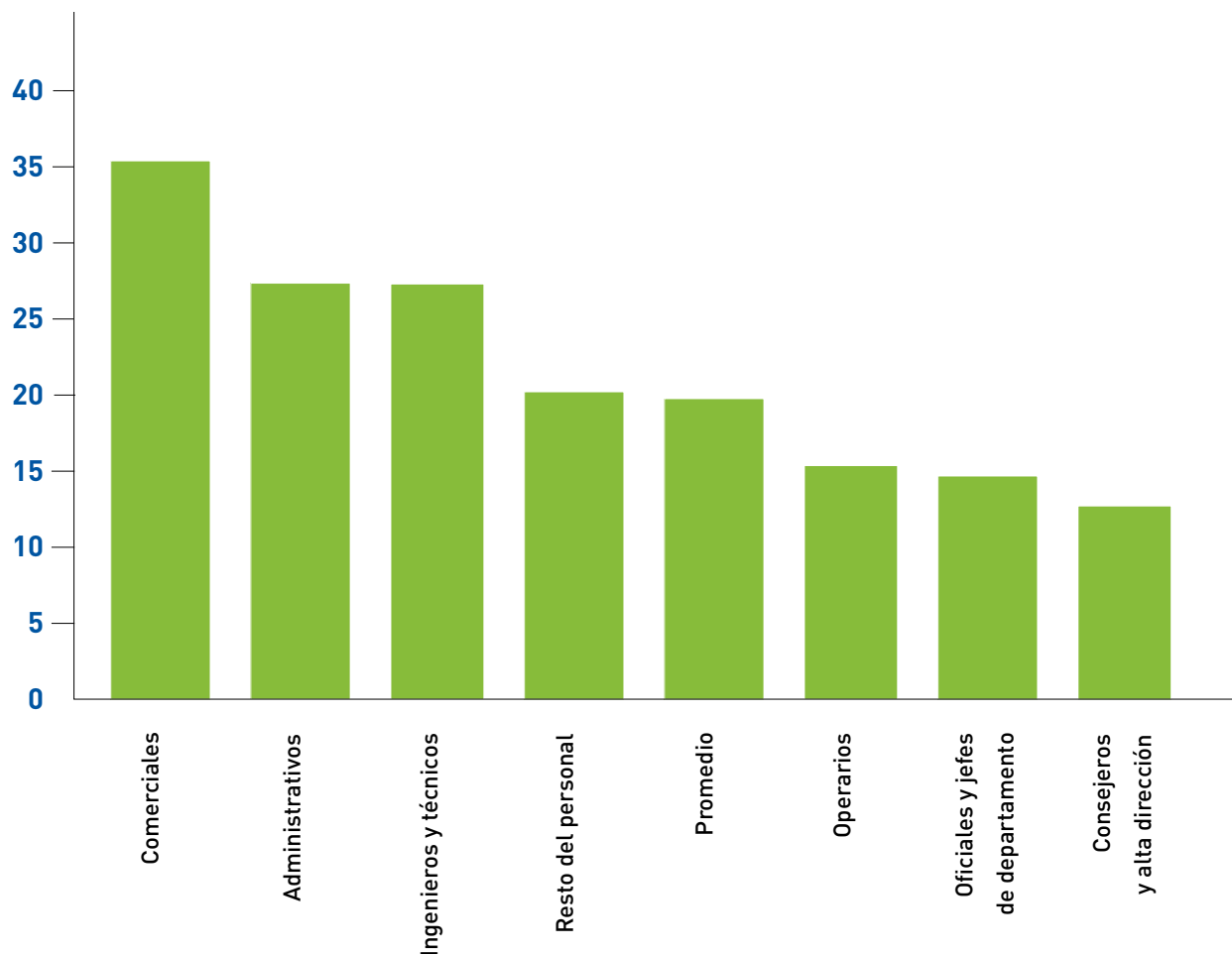
**Tabla 4.9. Participación de mano de obra femenina según categoría ocupacional (% sobre el total de trabajadores)**

<b>Categorías profesionales</b>	<b>Participación de empleo femenino en cada categoría (%)</b>
Consejeros y alta dirección	14,23
Ingenieros y técnicos	28,48
Oficiales y jefes de departamento	15,54
Administrativos	28,69
Comerciales	36,43
Operarios	17,03
Resto del personal	21,43
<b>Promedio</b>	<b>20,82</b>

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de empleo a 31 de diciembre de 2008 registrados en las Memorias de las empresas seleccionadas



Gráfica 4.5. Participación femenina por categoría laboral (% de mujeres sobre total)



Fuente: elaboración propia a partir de los datos de empleo a 31 de diciembre de 2008 registrados en las Memorias de las empresas seleccionadas

La composición de género de la plantilla según las categorías profesionales ofrece una imagen bastante similar a la de otros sectores de características técnicas y económicas equivalentes. Las mujeres están sobrerrepresentadas en las categorías de personal comercial y administrativo, con porcentajes del 36,4% y el 28,7% respectivamente (el promedio para todas las categorías es del 20,8%). Por otra parte, su presencia es significativamente inferior al promedio en las categorías de mayor autoridad y retribución económica: son sólo el 14,2% de los consejeros y la alta dirección y el 15,5% entre los oficiales y jefes de departamento. Un dato a destacar respecto a otros sectores de actividad es que la participación de mano de obra femenina dentro de la categoría de ingenieros y técnicos (28,5%) supera al promedio de la plantilla (20,8%). Esta estructura

de sobre e infra representación se ve acentuada en las empresas de la primera tipología, es decir, en aquellas en la cual el núcleo de producción industrial mantiene mayor peso relativo dentro de la actividad global de la empresa.

### 4.3.5 Salarios

El salario medio de las empresas analizadas asciende a 32.817 euros, lo que representa un salario medio superior en un 52% a la media nacional y un 37% mayor que el salario medio de la industria, lo que es plenamente coherente con la mayor cualificación de los trabajadores del sector, su mayor productividad, esfuerzo en I+D+i y propensión exportadora.

**Tabla 4.10. Salario medio de las empresas**

	<b>22 empresas de energías renovables seleccionadas</b>	<b>Sector Industrial</b>	<b>Economía española</b>
<b>Salario medio anual (euros)</b>	32.816,79	23.942,55	21.638,86

Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos de las memorias para las empresas seleccionadas del sector de energías renovables (Registro Mercantil) y de datos del INE

El salario medio de las 22 empresas analizadas es indudablemente superior a la media del sector de energías renovables, ya que las empresas que quedan fuera de nuestro estudio son de un tamaño inferior.

## 4.4 CONCLUSIONES

A partir los datos agregados y promedios obtenidos del análisis de las 22 empresas seleccionadas, que según sabemos suponen una muestra muy representativa del conjunto del sector de energías renovables, así como su comparación con los indicadores pertinentes de la economía española, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La participación del sector en la economía nacional es importante, según se puede deducir del hecho de que, en términos de producción, las 22 empresas que hemos analizado supongan el 0,66% sobre el total del país. Su peso relativo en términos de valor añadido también es considerable (0,37% del conjunto de la economía).
- La diferencia de la aportación en términos de producción y valor añadido se explica por que el sector registra un nivel de aprovisionamientos y servicios exteriores superior al medio de la economía. También es coherente con el hecho de que es un sector menos intensivo en trabajo que el resto de la economía, según demuestra el hecho de que destine a gasto de personal una proporción bastante inferior al resto de la economía (8,74% frente al 13,8%).
- Las empresas analizadas mantienen niveles de productividad muy elevados, de un promedio de 395.720 euros por trabajador. Este índice es muy superior al promedio de la economía.
- Las 22 empresas aquí analizadas realizan un 27,9% de sus ventas en el exterior, frente a un 13,8% del promedio de la economía en su conjunto, lo que indica una propensión exportadora muy elevada. La diferencia entre ambos índices es muy importante (prácticamente el doble), lo que delata que el sesgo exportador es una característica muy importante del sector.
- También se detecta un mayor esfuerzo en investigación, desarrollo e innovación que el promedio de la economía. El gasto en I+D+i de estas 22 empresas es un 1,63%, frente al 1,27% del promedio de la economía (es decir, mantienen un esfuerzo inversor un 28,35% superior). Dado que la inclusión de este dato no es obligatoria en las Memorias, hay fundamento para sostener que hay una cierta infravaloración del verdadero esfuerzo inversor en I+D+i de estas empresas.
- Hay un grupo significativo de empresas (5 de entre las 22 analizadas) que se dedican de forma muy acusada a la actividad financiera, a pesar de que en teoría ése no es su ámbito de actividad empresarial. El caso más extremo es el de MOLINOS DEL EBRO, S.A., que obtiene el 92,16% de sus ingresos de esta actividad. En promedio, el conjunto de las 22 empresas obtienen el 8,46% de sus ingresos gracias a sus negocios financieros.
- Las 22 empresas seleccionadas para este estudio generan aproximadamente 25.601 puestos de trabajo directos relacionados con la actividad en energías renovables y ubicados en territorio nacional.
- La participación de las empresas analizadas sobre el resto de la economía en términos de empleo (0,16%) es muy inferior a su participación en términos de producción y valor añadido. Esta desproporción nos ratifica que el sector mantiene un nivel de productividad superior al promedio de la economía.
- De esos 25.601 empleos directos, aproximadamente 9.726 están asociados a las exportaciones. El resto (en torno a 15.875) están relacionados con actividad económica que se dirige a abastecer el mercado interno.
- El estudio permite estimar en torno a 67.553 empleos indirectos. En promedio, por cada empleo directo en la plantilla de estas 22 empresas se generan 3,8 empleos indirectos en otras empresas. Conviene advertir que estas estimaciones se refieren a puestos de trabajo generados tanto dentro como fuera del sector de las energías renovables, así como en el extranjero y en territorio nacional.
- El análisis de la estructura de cualificaciones permite suponer un nivel de cualificación medio de las plantillas de estas 22 empresas superior al del sector industrial en su conjunto. Asimismo, es posible identificar dos tipologías de empresas bien diferenciadas, con distinto perfil en cuanto a la estructura de las ocupaciones (plantillas con mano de obra industrial muy predominante vs. empresas especializadas en servicios y actividades complementarias).

- La participación de mano de obra femenina por categorías profesionales replica la estructura típica del sector industrial, con mayor proporción de mujeres en las actividades relacionadas con las ventas y la administración y una presencia minoritaria entre los cargos de decisión y mayor reconocimiento económico. No obstante, la presencia femenina en la categoría de técnicos e ingenieros es significativa, lo cual podría deberse a una edad media de las plantillas inferior al promedio del sector industrial.
- El salario promedio de las 22 empresas es de 32.817 euros al año. Este elevado nivel salarial medio, que con toda probabilidad sería inferior en el conjunto del sector, es coherente con el nivel de productividad y el perfil de las ocupaciones (alto nivel de cualificación) detectados en el estudio.



# 5 Estudio de casos

Se han realizado entrevistas en profundidad pautadas a directivos de empresas, de ámbito nacional y multinacional así como PYMES con una posición industrial y tecnológica importante, de sectores relacionados con las energías renovables. Las empresas han sido escogidas por su relevancia, respecto a la tecnología utilizada, y por ser empresas importantes en el ámbito nacional español, que tienen explotaciones de actividades relacionadas con las energías renovables o fabrican los elementos con los cuales se explotan los diferentes tipos de energías renovables. Además, se han utilizado fuentes indirectas y documentos publicados por la propia empresa, para un noveno caso, cuya singularidad nos ha parecido de particular importancia.

De nuestro trabajo concluimos:

1. Las habilidades profesionales necesarias para el desarrollo de las energías renovables no parten de cero, y se pueden obtener con el reciclaje de personal cualificado de las industrias existentes. La formación necesaria para la adaptación de la fuerza de trabajo debe basarse en la especialización desde carreras y profesiones ya existentes.
2. Durante la fase de montaje y construcción se necesitará personal de obra, pero para el funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones de energías renovables se necesitará personal cualificado, con formación en especialidades.
3. La formación se ha convertido en una actividad estratégica para el futuro de las energías renovables. Se trata de que el retraso en la implantación de algunas energías renovables, como la térmico-solar, la fotovoltaica doméstica, por citar las actividades que hemos analizado a nivel micro, y la implantación de la nueva Formación Profesional, explote las oportunidades que provee la experiencia acumulada por las empresas del sector:
  - Las nuevas empresas de ingeniería, en algunos casos, han podido constatar que es rentable impartir formación a personal de las empresas instaladoras, desarrollando para ello programas específicos para su especialidad.
  - La cooperación universidad-empresa, lógicamente despliega posibilidades para nuevos cursos postgrado de especialización para técnicos en ejercicio, o que quieren dedicarse a las diferentes energías renovables.
  - Asimismo, la cooperación ya existente entre los centros de Formación Profesional y la Universidad permitirá transmitir estas experiencias a los cursos de especialización de la FP.
4. Las empresas más grandes del sector fomentan, directa o indirectamente, la creación de empresas de ingeniería, tanto en el ámbito de la realización y ejecución de proyectos, como en I+D.
5. A efectos de apropiación del conocimiento, los fabricantes proporcionan servicio de mantenimiento centralizado de los parques vendidos, lo cual garantiza la apropiación de la información proporcionada por el software de control, o subcontratan las operaciones de mantenimiento manteniendo la ingeniería de monitorización, coordinación y control:
  - Los equipos de control, normalmente ingenieros, acumulan el *know-how* de funcionamiento, lo empaquetan en bases de datos y lo ponen a disposición de I+D.
  - Los gabinetes de ingeniería, participados o afines por convenios de colaboración, los utilizan para la redacción de nuevos proyectos.
6. En el sector se da un índice alto de investigación cooperativa, con proveedores, otras empresas de sectores diferentes, incluso competidores nacionales y de otros países, y con universidades e institutos de investigación:
  - Se desarrollan nuevos componentes.
  - Se investigan propiedades y oportunidades de nuevos materiales.
  - Se desarrollan nuevos aprovechamientos eficientes de la energía.
  - Nuevos procesos y sinergias en la fabricación.
  - Desarrollo de software diverso, de control de funcionamiento y eficiencia energética, y de mantenimiento de instalaciones.

7. Competencias *core* y ventajas competitivas: las empresas pretenden obtener un diagnóstico de la posición competitiva de las empresas de los sectores relacionados con la explotación de las energías renovables, es un trabajo que exige una metodología específica, al margen del realizado en este estudio. Sin embargo, hay una serie de elementos en las respuestas dadas a nuestras preguntas por los ejecutivos de las compañías estudiadas, que permiten avanzar algunos aspectos que facilitan su expansión global, la cual es un indicador potente de la ventaja competitiva de una empresa.





# **6 Situación y características del sector**

## 6.1 ENTREVISTAS EN PROFUNDIDAD: ESTRUCTURA DEL SECTOR Y EMPRESAS

Tras los esfuerzos realizados en los últimos tiempos desde diferentes ámbitos para la creación de un sector de generación energética autóctono, bajo en carbono y generador de empleo, nos encontramos ahora con una variedad mucho mayor de fuentes renovables que la existente hace unos años. En el año 2007 nos encontrábamos con una clara predominancia de la eólica; en el momento actual, aunque ese liderazgo se mantenga, otras tecnologías se encuentran ya en una fase intermedia que las acerca a la senda seguida por aquélla.

Si hace tres años existía alguna duda sobre la capacidad de aporte de las energías renovables al mix energético, estas dudas han sido totalmente disipadas en la actualidad, quedando demostrada su validez técnica y su rápida capacidad de instalación, que parte de la existencia de una industria y una fuerza de trabajo preparadas y capaces.

Hoy en día los problemas relacionados con el sector tienen que ver principalmente con su crecimiento:

- Conflicto en el mix energético con otras fuentes de energía: algunas tecnologías no renovables que han incrementado de forma muy importante su potencia instalada en los últimos años, unidas a otras formas de generación de más larga trayectoria, entran en conflicto con las renovables al ver reducidas sus aportaciones a favor de la producción energética renovable.
- Formas de financiación muy ligada a la cuestión anterior: además de los problemas que en los últimos tiempos tienen por origen la falta de crédito bancario, los actuales mecanismos para la financiación de las renovables están siendo puestos en duda desde algunos sectores.

El debate recurrente de fondo, explicitado y analizado en varias ocasiones a lo largo de las entrevistas, es el del establecimiento de un modelo energético que asuma su carácter estratégico, con importantes implicaciones directas en el modelo productivo y consecuencias determinantes para la economía en su conjunto.

Pese a las lógicas diferencias en las propuestas y argumentaciones se encuentra, como hilo

conductor compartido, la defensa de un mercado regulado de la energía, en la que juegan importantes intereses en plazos temporales diferentes, en ocasiones encontrados, y sobre el que debe definirse claramente la línea de actuación.

La opinión de varios informantes en las entrevistas, reflejada también en diversas publicaciones, es que para conseguir una adecuada participación de las energías renovables en el mix energético del 2020 son necesarios objetivos ambiciosos y medidas suficientes de apoyo al sector. Por ejemplo, los representantes de AEE estiman que en el año 2020 podría llegar la potencia instalada acumulada en tierra a los 40.000 MW eólicos. Los de ASIT por su parte proponen la existencia de apoyos a la producción de la energía térmica para lograr el objetivo de los 14.000.000 m<sup>2</sup> de paneles instalados en 2020.

### 6.1.1 Situación de bloqueo: regulación y financiación

Es una opinión generalizada y compartida por todos los entrevistados la de un sector paralizado a causa, en primer lugar, de la incertidumbre regulatoria y, en segundo lugar, de un bloqueo en la financiación que no ha hecho sino agravar una tendencia que venía marcada fundamentalmente por la primera.

La solar fotovoltaica ha sido la primera afectada por esta situación, víctima de procesos especulativos facilitados por una remuneración exorbitada, que, según varios expertos, no fue ajustada de manera adecuada a la evolución tecnológica del sector. Capitales disponibles y en búsqueda de ganancia, han aprovechado esta situación y han invertido en grandes instalaciones de suelo para instalar una gran cantidad de potencia.

Esto ha tenido dos consecuencias principales, ambas negativas:

- La industria española no ha podido absorber adecuadamente este crecimiento, por lo que no se ha traducido en una amortización de las inversiones realizadas en la producción industrial, ni en la creación de empleo estables.

- Se ha asumido un coste de generación muy elevado para los próximos 25 años que podría lastrar el desarrollo de las renovables en su conjunto al extenderse las medidas limitadoras al resto de tecnologías. Esto supone además una carga doble, puesto que tiene una repercusión directa y negativa en términos de opinión pública.

Las medidas tomadas por el regulador para solventar el problema se interpretan como tardías e inadecuadas por la gran mayoría de entrevistados que opinan al respecto.

## 6.1.2 Limitaciones a la instalación

El establecimiento de un registro y unas cuotas máximas de instalación se ha aplicado al conjunto de tecnologías renovables de manera inadecuada. Aunque en este punto las opiniones divergen.

De una parte las limitaciones a la instalación se plantean como una barrera al desarrollo de una demanda que permita la aplicación de economías de escala y, a su vez, una evolución tecnológica contrastada, acompañada de una progresiva reducción de costos. El modelo eólico se toma como ejemplo de éxito y un modelo que será seguido por las distintas tecnologías en diferentes plazos.

Es precisamente la industria eólica la que se siente más injustamente incluida en una regulación, en su opinión y en la de otros expertos, que ha demostrado no necesitar y de la que debería estar exento, dado que ha tenido un crecimiento ordenado que ha permitido una progresiva reducción de costos y lo ha convertido en un generador de empleo industrial ahora en peligro.

Por otra parte, asumiendo que deba ordenarse el crecimiento de la potencia instalada (algunos entrevistados plantean el riesgo de que otras tecnologías que actualmente reciben una alta remuneración reproduzcan los problemas planteados por las grandes instalaciones fotovoltaicas en suelo) y que el mix debe ser participado por la mayor diversidad de renovables posibles, plantean alternativas en la financiación que incluyen en todos los casos reducciones de costes considerables en un contexto normativo estable. Varias propuestas se centran en esta línea; enumeramos a continuación las más concretas:

- Potenciar la generación distribuida facilitando la tramitación administrativa y garantizando el acceso a red.
- Complementaria a la anterior, establecer formas de fomento de la autoproducción que, aprovechando la progresiva llegada a la denominada “paridad de red” permitan reducir los costes de las primas por potencia instalada y en consecuencia instalar más.
- La utilización de la fiscalidad ambiental como incentivo a las medidas de generación, ahorro y eficiencia.

## 6.2 ANÁLISIS DE LOS DATOS DE LA ENCUESTA

En el presente capítulo comienza el análisis de la información obtenida en la encuesta, en un apartado dedicado al conocimiento de la actividad en la que trabajan las empresas dedicadas a las energías renovables, indagando en la estructura del sector en función de la tipología de las empresas y los mercados de referencia.

### 6.2.1 Características generales de la muestra

La distribución muestral se ha estructurado conforme a diferentes variables de segmentación, siendo el tamaño de las empresas uno de los elementos básicos del análisis.

Desde este punto de vista, la información que se presenta responde a una triple categorización: tamaño de las empresas a nivel general, tamaño de las empresas en España y tamaño de las empresas en España dedicadas a las energías renovables.

#### 6.2.1.1 Tamaño de las empresas

De manera general, se aprecia que a medida que se rebaja el ámbito de influencia y la especialización, el tamaño de las empresas va reduciéndose.

Es un sector de actividad con claro predominio de las empresas pequeñas. Si atendemos a las plantillas dedicadas específicamente a las energías renovables, prácticamente el 70% de las empresas no superan los/as 10 trabajadores/as, con una media de 30,8 trabajadores/as por empresa.

#### 6.2.1.2 Año de fundación de las empresas

Se trata de un sector joven, con una antigüedad media que no supera los 15 años, situándose en el año 1996. Una de cada cuatro empresas se fundó después de 2005.

En relación con la incorporación al ámbito de las energías renovables, ésta se efectúa de manera más tardía, estableciéndose en torno al año 2000 la fecha media del inicio de la actividad en el sector. Al menos el 45% de las empresas iniciaron directamente su actividad en energías renovables.

Las empresas más grandes cuentan con una mayor antigüedad, tanto a nivel general como de sector, derivado de una posible reconversión de determinadas actividades hacia las energías renovables.

#### 6.2.1.3 Distribución geográfica

Teniendo en cuenta que en el presente trabajo las empresas son asignadas a la comunidad autónoma en la que localizan su sede central, independientemente de que realicen su actividad en varias de ellas, todas las Comunidades Autónomas disponen de empresas en este sector.

La Comunidad Autónoma de Madrid en tanto que capital del Estado, junto con los polos tradicionalmente industriales, concentran el mayor número de empresas vinculadas al sector.

Los datos de número de empresas deben ser contextualizados teniendo en cuenta el número de trabajadores/as que emplean. Un alto número de empresas no se relaciona en todos los casos con un alto número de empleos.

Existe una relación directa entre el tamaño de la empresa y el subsector de actividad de la misma que será analizado más adelante en este trabajo.

### 6.2.2 Actividades desarrolladas

Se analiza en este epígrafe la relación con el tipo de Actividad Empresarial, es decir, el porcentaje de empresas que se dedican en exclusividad a las energías renovables o combinan esta actividad con otras.

#### 6.2.2.1 Actividades relacionadas con las energías renovables

Tres de cada cinco empresas dedican más del 75% de su actividad al sector de energías renovables, lo que supone una fuerte vinculación con el mismo.

El mayor porcentaje, algo más de la mitad (52,5%) corresponde a aquellas que se dedican exclusivamente a este sector, el resto lo compaginan en diferentes grados con otro tipo de actividades.

Por otra parte se puede considerar que una de cada cinco empresas mantiene una baja relación con las energías renovables, ya que sólo alrededor de un 20% de su actividad se sustenta en este sector.

Del conjunto de empresas analizadas, el porcentaje medio de dedicación a renovables se encuentra en torno al 70%, sin que existan amplias diferencias en función del tamaño de las mismas. Las medianas empresas (51-250 trabajadores/as), con una cuota del 74,7%, y las grandes empresas, con un 77,5%; son las que presentan un porcentaje de relación mayor con el sector, siendo las más pequeñas las que diversifican más sus actividades, aunque como decíamos las diferencias son poco significativas.

### 6.2.2.2 Las otras actividades

Prácticamente la mitad de las empresas (47%) se dedican a actividades no incluidas en el sector estudiado. Éstas presentan una muy diferente tipificación; no obstante pueden agruparse en tres tipologías principales: las que tienen relación con las instalaciones eléctricas, las especializadas en tareas de ingeniería (civil, industrial, etc.), y aquéllas que están relacionadas con las energías fósiles, bien como distribuidoras o simplemente como fabricantes de componentes y las dedicadas al mantenimiento.

De manera concreta aparecen también buen número de empresas relacionadas con el aire acondicionado, calefacción, etc., bien en servicios de fontanería, o incluso como fabricantes e instaladores.

En este contexto, también con cierto peso aparecen empresas de consultoría, asesoría y auditoría, además de empresas pertenecientes al sector de la construcción.

Encontramos además otra larga lista de diversas actividades complementarias a las energías renovables, pero dada su atomización no procede un análisis más detallado.

### 6.2.2.3 Actividades concretas dentro del sector de las energías renovables

En cuanto a las actividades concretas en las que trabajan las empresas de energías renovables merecen especial atención las empresas de instalación, seguidas de las ingenierías y actividades relacionadas con el desarrollo de

los proyectos. La operación y mantenimiento muestra un porcentaje interesante de actividad, con relativa importancia aparecen también las relacionadas con Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i).

Encontramos un número importante de empresas dedicadas a la distribución y comercialización de equipos, a la construcción, así como también a la fabricación de equipos o de componentes para equipos.

En un peldaño inferior aparecen consultorías, asesorías y auditorías, promoción de energías renovables y proyectos llave en mano, el resto aparecen de forma más aislada, de manera exigua, con pesos inferiores al 1%.

Respecto a 2007, salvando las necesarias precauciones en la comparación de encuestas similares pero en algunos puntos distintas, podemos afirmar que el grueso de las actividades de mayor peso se mantiene constante.

Las actividades relacionadas con la instalación presentan una pequeña reducción (-5,4%) mientras la operación y mantenimiento se incrementa ligeramente (+1%).

Por lo que se refiere a la actividad netamente industrial, la fabricación de equipos se mantiene constante con un ligero aumento, mientras que la fabricación de componentes sufre una ligera reducción, notable en términos relativos.

Tres actividades experimentan un crecimiento muy importante: desarrollo de proyectos, construcción e I+D+i, en este último caso de manera espectacular, ya que se triplica.

## 6.2.3 Características de los subsectores

### 6.2.3.1 Subsectores de actividad de las empresas en energías renovables

Además de las distintas tecnologías tenidas en cuenta en la realización del presente estudio, se ha incluido, de acuerdo a la propia naturaleza del sector y de su grado de desarrollo, la categoría de "Actividades comunes", con la intención de agrupar aquellos empleos, que, pese a incluirse

totalmente en las renovables, no pueden adscribirse específicamente a ninguna de ellas en concreto.

Tal como se especifica en el siguiente capítulo, la distribución de empresas por subsectores, dados los distintos tamaños medios de plantilla, no guarda siempre una correspondencia directa con el empleo generado en los mismos.

La mayor parte de las empresas se adscriben a cuatro campos de actuación, en el orden siguiente: solar fotovoltaico (54,6%), solar térmico (41,8%), eólico (24,4%) y biomasa (22,1%).

La tecnología minieólica aparece por vez primera en esta clasificación en un porcentaje reducido pero reseñable.

El resto de subsectores tienen menos presencia, pudiéndose advertir una serie de ellos que están en una franja similar: geotermia, solar termoeléctrico, hidráulica, biogás, biocarburantes, y aquellos que se dedican a actividades comunes, con un peso porcentual entre el 6,1% y el 3,2% del total.

Otros subsectores como mini eólico y la bomba de calor cuentan con una representación menor aunque de cierta relevancia.

**Tabla 6.1. Distribución porcentual del número de empresas por subsector de las energías renovables (las empresas pueden trabajar en más de un subsector)**

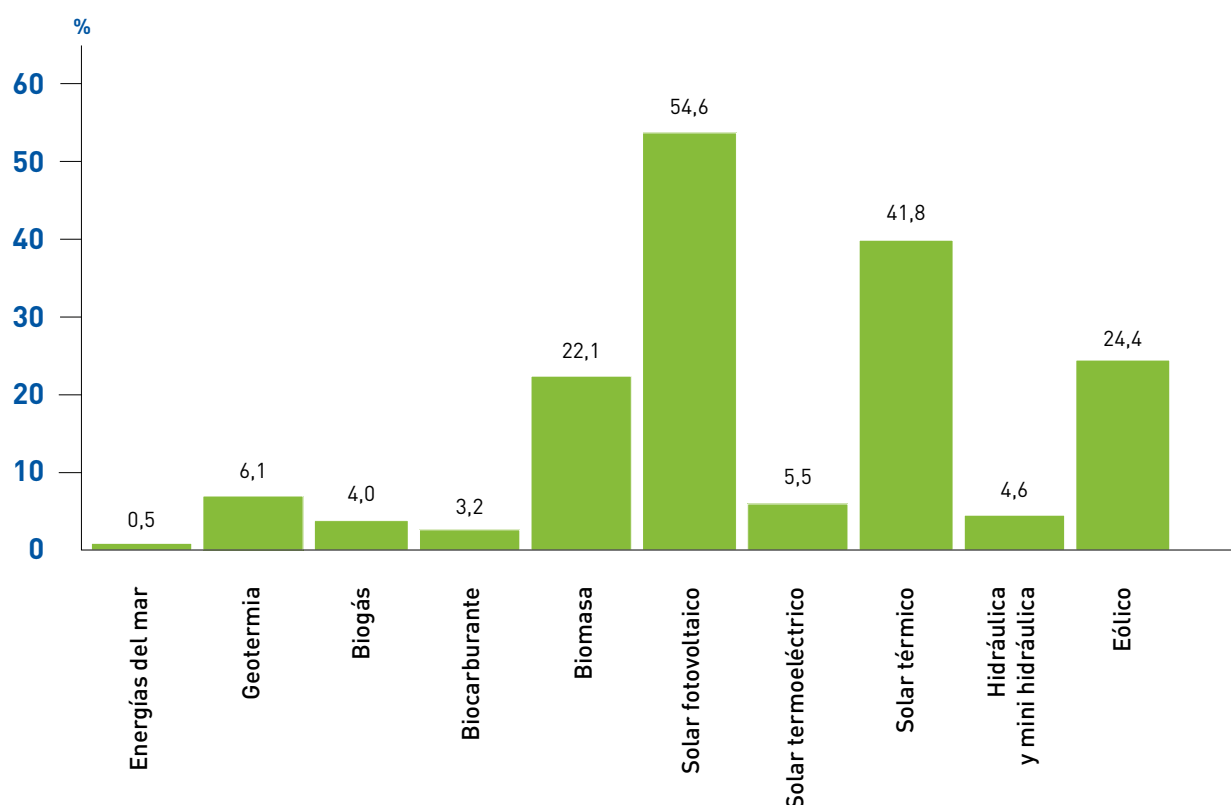
Subsector en energías renovables	Porcentaje
Solar fotovoltaico	55,2
Solar térmico	41,9
Eólico	24,4
Biomasa	22,1
Geotermia	6,1
Solar termoeléctrico	5,5
Hidráulica y mini hidráulica	4,6
Biogás	4
Actividades comunes a todos los subsectores	4
Biocarburantes	3,2
Mini eólico	2,3
Bomba de calor (aerotermia)	1,7
Incineración de residuos	1
Energías del mar	0,5
Ahorro energético	0,5
Reciclaje	0,3
Solar termodinámico	0,2
Microgeneración	0,1
Vehículos eléctricos	0,1
Aerogeneradores	0,1
Bioconstrucción	0,1
Cultivos energéticos	0,1

Fuente: elaboración propia a partir de las encuestas



Respecto a 2007, se constata un mantenimiento del orden de los principales subsectores en cuanto a número de empresas, advirtiendo que comienzan a despuntar las empresas dedicadas a la actividad en biomasa, así como cierto decrecimiento relativo del peso del subsector eólico.

**Gráfica 6.1. Subsectores de actividad de las empresas referido al número de empresas por sector**



Fuente: elaboración propia a partir de las encuestas

### 6.2.3.2 Subsector de actividad de las empresas y tamaño medio en términos de empleo renovable

Al analizar los tamaños de las diferentes empresas según el subsector en el que trabajan, se observa que las mayores empresas se ubican principalmente en dos de ellos: eólico y solar fotovoltaico; también en biomasa, aunque en menor medida.

También las actividades comunes a todos los subsectores y la hidráulica, los biocarburantes y la solar termoelectrica presentan cifras representativas al ser participadas por el 25% de las mayores empresas.

Las empresas de 250-1.000 trabajadores/as centran su campo de actuación en las tecnologías mencionadas anteriormente, excepto la solar

térmica, a las que se añaden el biogás y la incineración de residuos.

### 6.2.3.3 Principales subsectores. Análisis específico de actividades

Dado su peso en cuanto a número de empresas (también en términos de empleo, como comprobaremos en un capítulo posterior) resulta interesante un análisis más específico de las cuatro principales tecnologías.

Aunque la distribución de empresas por actividad entre los distintos subsectores es similar a la general, se percibe una mayor tendencia de las empresas eólicas a la ingeniería, mientras las de solar fotovoltaica, solar térmica y biomasa tienden en mayor medida a la instalación. Esta tendencia

es particularmente acusada en el caso de las empresas solares térmicas.

## 6.2.4 Estructura del sector

### 6.2.4.1 Grado de dependencia empresarial

Las empresas del sector de las energías renovables son en más de sus tres cuartas partes empresas totalmente independientes.

El resto, se reparte entre las que forman parte de empresas multinacionales españolas, (8,0%), multinacionales europeas (4,6%), internacionales (1,9%), o forman parte de un grupo de empresas (6,6%), contemplándose otras situaciones; empresas o instituciones normalmente dependientes de la Administración, como pueden ser Fundaciones, Universidades, Gobierno, etc., sin que entre todas ellas rebasen el umbral del 1,2%.

### 6.2.4.2 Grado de dependencia empresarial y tamaño medio en términos de empleo renovable

Los porcentajes de empresas independientes disminuyen progresivamente al incrementarse su tamaño, pasando de casi el 84% en aquellas con plantillas inferiores a 10 trabajadores al 68% cuando tienen entre 11-50 trabajadores, 50% en el caso de las medianas, llegando solamente al 20% cuando se trata de grandes empresas (251-1.000 trabajadores/as), y termina reduciéndose a cero cuando las plantillas exceden de los 1.000 trabajadores/as, perteneciendo todas ellas a una multinacional española, europea o mundial.

### 6.2.4.3 Autonomía en la toma de decisiones

Si se seleccionan solamente aquellas empresas que forman parte de una multinacional, o de un grupo de empresas, el grado de autonomía es relativamente alto, dependiendo de los aspectos concretos de los que se trate para definir un mayor o menor margen decisorio.

La contratación del personal y en menor medida la búsqueda de nuevos clientes, muestran los grados más altos de autonomía, aunque ésta sólo es así para algo más de la mitad de las empresas (53,1 y 50,5% respectivamente).

En el otro extremo, marcar las directrices empresariales se convierte en el escollo que en mayor

medida limita la autonomía de estas empresas.

Por lo que se refiere a las decisiones en materia de inversiones y sobre los proveedores parece que existe algo más de permisividad, aunque una de cada diez empresas no disponga de libertad para adoptar sus propias decisiones y cerca de un 26% solamente cuente con algo.

En términos globales se puede indicar que menos de la mitad de las empresas dependientes o integradas en grandes grupos empresariales o multinacionales disponen de la suficiente autonomía para adoptar determinadas decisiones empresariales.

Se aprecia una mayor flexibilidad en la toma de decisiones entre las empresas dependientes de multinacionales españolas. Por el contrario, los más estrictos en el establecimiento de directrices jerárquicas, y quienes dejan menor libertad para la adopción de decisiones unilaterales, son las multinacionales europeas, que mantienen un control más estricto en la mayoría de situaciones.

### 6.2.4.4 Mercados de referencia

Antes de comenzar el análisis de los datos de este apartado, debemos aclarar que los porcentajes en él analizados presentan los mercados de referencia para las distintas empresas a través de una pregunta de respuesta múltiple que nos aporta información relevante sobre tendencias de compra y venta. En ningún caso pueden interpretarse como cuotas de mercado.

**Los proveedores.** Atendiendo a los proveedores de bienes o servicios, la mayoría de las empresas tienen como referencia el ámbito estatal (63,2%).

A continuación, la UE juega un papel muy importante garantizando el suministro de materiales al 40% de las empresas en renovables, mientras los mercados local y regional presentan porcentajes similares, en la franja del 27-28%.

Un 14,5% recurren al mercado internacional para sus suministros, concretamente China es el país más solicitado (2,7%), seguido de EEUU y Asia en general.

Acudir al mercado europeo o internacional para suministrarse deja de ser una exclusiva de las grandes empresas para convertirse en algo que se encuentra al alcance de cualquier pequeña o mediana empresa, aún así, mientras entre las

grandes empresas es algo bastante habitual, para las pequeñas existen más limitaciones.

**Clientes.** No existe una tipología concreta que sirva como punto de referencia: grandes empresas, pymes y clientes particulares se encuentran en el mismo nivel de importancia y acogen en la misma medida la demanda del sector.

A la Administración también le corresponde un tanto por ciento relevante, ya que un 32,3% de las empresas trabajan con instituciones públicas en sus diferentes niveles (Local, Autonómico, Estatal). Este porcentaje se reduce con respecto al año 2007 (36,3%), a pesar de que existía un compromiso declarado de aumento. De forma más limitada aparecen los grupos empresariales o la dependencia de una gran empresa.

El porcentaje de clientes particulares aumenta sensiblemente en términos de sector desde 2007, año en el que representaba poco más de la mitad (50,2%) frente al 60,8% actual. Son particularmente las empresas más pequeñas (micro y pequeña empresa) las que se nutren de manera muy importante de clientes particulares, siendo su primera fuente de negocios.

Las medianas y grandes empresas incrementan su importancia a medida que aumenta el tamaño de la empresa encuestada. Medianas, grandes y muy grandes empresas tienen como clientes de referencia mayoritaria a las grandes empresas.

**Mercados de destino de la producción.** Desde la óptica de la comercialización se observa que la producción del sector de las energías renovables se dirige preferentemente al mercado estatal. Tres de cada cinco empresas tienen su principal ámbito de negocio dentro de las fronteras españolas, es más, cerca de un 42% efectúa sus transacciones comerciales sin salir de su región o Comunidad Autónoma, mientras el ámbito local es tenido en cuenta por el 21,7% de las empresas.

En opinión de los encuestados el mercado local es una referencia equiparable al espacio europeo, al que apuntan el 21,6%.

Por último, las exportaciones al mercado internacional son tenidas en cuenta por cerca de un 9% del total, de éstos los más referenciados son Sudamérica (1,8%), EEUU (1,2%) y África 1% de forma genérica, entre los que destacaría Marruecos. El mercado asiático apenas tiene relevancia

en cuanto a la exportación mostrando un reducido 0,3%.

A medida que aumenta el tamaño de las empresas, sus negocios se orientan en mayor medida hacia el espacio estatal y europeo. La tendencia es especialmente acusada en las empresas mayores de 1.000 trabajadores/as, que acuden al mercado internacional en mucha mayor medida, mientras que las pequeñas empresas (menores de 10 trabajadores/as), centralizan más su oferta en el entorno más próximo.

En definitiva, por lo que se refiere a la exportación: los espacios europeo y mundial como destinos de la producción son tenidos en cuenta como mercado preferente por las grandes empresas, donde el 50% de las de entre 251-1.000 trabajadores y el 75% de las mayores de 1.000 trabajadores dirigen su producción.

Sin embargo, para el resto de las empresas españolas relacionadas con el sector de las energías renovables, cuentan sólo con relativa importancia. De mayor a menor, el 21,5%, el 12,9% y el 8,8% de ellas los consideran mercados de referencia.

**Los servicios demandados.** Todas las empresas necesitan en mayor o menor medida disponer de una serie de servicios adicionales que son contratados o demandados fuera de su propio ámbito empresarial. En este contexto, los servicios que solicitan las empresas del sector son variados, y se agrupan mayoritariamente en torno a cuatro ejes principales: Seguros y Aseguradoras, Mutuas Sanitarias, Asesoría Legal y Jurídica, Transporte y Logística.

Un segundo nivel de demanda se centra en servicios de limpieza, empresas de instalaciones, fabricación de componentes, servicios financieros y prevención de riesgos laborales.

También suelen solicitar Formación para trabajadores/as, mantenimiento y reparación de equipos, fabricación de equipos, construcción de infraestructuras, operación y mantenimiento de instalaciones de generación. Con menor frecuencia suelen demandar temas relacionados con promoción y marketing, comercialización, investigación, desarrollo e innovación y otros, como suministros de material, repuestos, etc.

El resto de servicios solicitados tiene un carácter más puntual, y abarca una amplia variedad de temas difíciles de encuadrar en grandes epígrafes.

### 6.2.4.5 Inversiones futuras

El dato más relevante en cuanto a las inversiones previstas se refiere en primer lugar al alto porcentaje, 64,4%, de las empresas consultadas que no tiene prevista ninguna inversión. Esta situación contrasta con las cifras de 2007 y suponen un incremento de cerca del 25% desde ese año, en el que esta respuesta correspondió a cerca del 40% de encuestados.

Respecto a las actividades en las que se tiene pensado efectuar las inversiones, aquéllas que han decidido invertir lo harán, principalmente, en el subsector en el que trabajan actualmente. Consecuentemente con su representación numérica priman las que dirigirán sus refuerzos financieros hacia el subsector fotovoltaico (11,5%), en segundo lugar aparece el eólico y a escasa distancia el solar térmico (con un 7,2% y 6,9% respectivamente de sus empresas).

Cuenta, también, con cierta importancia el volumen de empresas que dirigirán sus inversiones hacia la biomasa, en una proporción parecida a la que invertirán fuera del sector de las EERR (6,0% y 4,8%, respectivamente).

En principio se observa una mayor restricción de las inversiones previstas entre las empresas de menor tamaño, el 68% no tiene previsto ninguna inversión: asimismo el 60% de las empresas más grandes (>1.000 trabajadores/as) tampoco tienen pensado efectuar ninguna inversión a corto plazo. Es precisamente entre las empresas intermedias donde se advierte una mayor disposición a invertir, destacando el segmento de entre 51-250 trabajadores/as.

También de forma coherente con las tallas medias de cada subsector, se contempla cierta tendencia hacia inversiones en el campo solar fotovoltaico o incluso solar térmico en las empresas de menor dimensionamiento, mientras a partir de un tamaño intermedio (> de 50 trabajadores/as) se priorizan las inversiones en eólicas frente a los otros sectores.

En definitiva, el sector eólico todavía ofrece perspectivas de desarrollo para las empresas del campo de las energías renovables, donde junto al solar fotovoltaico y el solar termoeléctrico son las apuestas más fuertes de los grandes grupos empresariales.

## 6.3 CONCLUSIONES

### 6.3.1 Muestra

Presencia de empresas del sector en todas las CCAA con especial incidencia en la Comunidad Autónoma de Madrid, en tanto que capital del Estado, y en las zonas tradicionalmente industriales.

Fuerte vinculación de las empresas al sector de energías renovables: tres de cada cinco empresas desarrollan más del 75% de su actividad en el sector. Más de la mitad se dedican exclusivamente a este sector.

### 6.3.2 Actividad

Respecto a 2007, el grueso de las actividades de mayor peso se mantiene constante. Las actividades relacionadas con la instalación presentan una pequeña reducción (-5,4%) mientras la operación y mantenimiento se incrementa ligeramente (+1%).

Por lo que se refiere a la actividad netamente industrial, la fabricación de equipos se mantiene constante con un ligero aumento, mientras que la fabricación de componentes sufre una ligera reducción, notable en términos relativos.

Tres actividades experimentan un crecimiento muy importante: desarrollo de proyectos; construcción e I+D+i, en éste último caso de manera espectacular ya que se triplica.

### 6.3.3 Subsectores

La mayor parte de las empresas se adscriben a cuatro campos de actuación, en el orden siguiente: solar fotovoltaico (54,6%), solar térmico (41,8%), eólico (24,4%) y biomasa (22,1%).

Respecto a 2007, se constata un mantenimiento del orden de los principales subsectores en cuanto a número de empresas, advirtiendo que comienzan a despuntar las empresas dedicadas a la actividad en biomasa, así como cierto decrecimiento relativo del peso del subsector eólico. La tecnología minieólica aparece por vez primera en esta clasificación en un porcentaje reducido pero reseñable.

Las mayores empresas se ubican principalmente en los subsectores eólico y solar fotovoltaico, también en biomasa, aunque en menor medida.

Las actividades de estos subsectores se asemeja a la media tendiendo ligeramente las empresas eólicas a la ingeniería y las de solar fotovoltaica, biomasa y solar térmica a la instalación. Tendencia particularmente acusada en el último caso.

### 6.3.4 Estructura del sector

Más de las tres cuartas partes de las empresas son totalmente independientes. No obstante, las de mayor talla se encuentran entre las multinacionales de diverso tipo.

### 6.3.5 Mercados de referencia

Proveedores: la mayoría de las empresas tienen como referencia de mercado el ámbito estatal, seguido de la UE.

Los clientes principales son grandes empresas, pymes y clientes particulares, la tendencia hacia estos últimos se incrementa desde 2007.

Exportación: los espacios europeo y mundial como destinos de la producción son tenidos en cuenta como mercado preferente por las grandes empresas, mientras que las de menor tamaño se concentran en el mercado estatal.

### 6.3.6 Inversiones

El 64,4% de las empresas consultadas no tiene prevista ninguna inversión. Esta situación contrasta con las cifras de 2007 en las que cerca de un 60% de las empresas expresaban su intención de realizar inversiones.

# **7 Empleo generado en el sector de las energías renovables**

En el presente capítulo analizaremos el empleo desde distintos ámbitos partiendo de la opinión de los entrevistados, continuando con los resultados de la encuesta. Para terminar, se establecerán los empleos asociados a los diferentes probables escenarios energéticos futuros.

## 7.1 INTRODUCCIÓN CUALITATIVA: EVOLUCIÓN DEL SECTOR, NICHOS DE EMPLEO

Las entrevistas han puesto de manifiesto los siguientes aspectos sobre los empleos en el sector y su probable evolución:

### Principales actividades en términos de empleo.

El empleo generado en las energías renovables se centra mayoritariamente en la fabricación, instalación y, en menor cuantía, el asociado a la operación y mantenimiento. En menor grado siguen las ingenierías, el desarrollo de productos, la innovación... Los datos concretos se exponen en el apartado correspondiente a la encuesta.

**Formación.** A partir de informaciones provenientes de la administración estatal<sup>1</sup> podemos aproximar cifras sobre el empleo asociado a la formación en renovables:

- En los distintos niveles de la formación reglada, Formación Profesional, Universidad y Posgrados universitarios, los empleos contabilizados superan el medio millar.
- En el ámbito privado de las academias de formación los empleos contabilizados se aproximan al centenar.

**I+D+i<sup>2</sup>.** En el sector se da un índice alto de investigación cooperativa, tanto en las grandes empresas, como en las PYME. Todas las empresas de nuestro estudio de casos, participan en proyectos diversos de I+D con otras empresas, en muchos casos de otros países, y con universidades.

Las empresas de ingeniería están formando y especializando a ingenieros superiores de proyectos e I+D, que adquieren los conocimientos en el propio gabinete, o promueven la cooperación universidad-empresa para crear un cuerpo de conocimientos destinados a proyectos de instalaciones basadas en EERR.

Se utilizan los procedimientos y organización de los talleres de suministro de la industria del

automóvil, para la fabricación en cadena de componentes de sistemas de climatización, así como la experiencia de cooperación empresas-universidad en I+D de las industrias más maduras, para crear laboratorios de ensayo y desarrollar prototipos.

Esta colaboración sirve asimismo para crear empresas de ingeniería y para formar a proveedores necesarios a las instalaciones de sistemas de aprovechamiento de energías renovables.

**Parón eólico y fotovoltaico.** El actual estancamiento de instalación de las distintas tecnologías, particularmente acusado en los casos de la eólica y la solar fotovoltaica, ha tenido un efecto rápido en los empleos relacionados con ellas.

**Solar térmica y fotovoltaica: automatización de procesos en la fabricación.** Como sucede en cualquier rama de actividad, la fabricación industrial va incrementando su grado de automatización conforme se va desarrollando. Esta evolución será de particular importancia en el caso de la solar térmica de baja temperatura y en la solar fotovoltaica, habiéndose producido en gran medida, y con otras particularidades, en partes del proceso eólico.

**Solar térmica: frío solar.** En el caso de la solar térmica de baja temperatura la introducción de mejoras y la generalización de la aplicación de "frío solar" podría suponer un aumento importante del aporte energético de esta tecnología, y se presenta igualmente como un importante nicho de empleo.

**Solar fotovoltaica: instalación sobre cubierta y paridad de red.** El cambio de las pautas de instalación fotovoltaica de suelo a cubierta se traducirá en unos ratios superiores de empleo por potencia instalada, tanto en las actividades de instalación como, en menor medida, en las de mantenimiento.

<sup>1</sup>Se trata de un aspecto de vital importancia en el desarrollo de un sector en expansión como el que nos ocupa, por lo que se ha recurrido en este punto a informantes clave inicialmente no incluidos para la realización de este estudio

<sup>2</sup>Los datos referidos a la I+D+i han sido tratados en profundidad en el apartado dedicado a los estudios de caso, de los que se extrae el grueso de la información presentada en este punto, y cuentan también con apartado específico en este capítulo referido a los aspectos de empleo que esta actividad genera



Si por otra parte, tal como indican las empresas del sector, la evolución de costos de la energía generada a partir de esta tecnología alcanzara en un medio plazo la paridad de red, y esta circunstancia fuera potenciada para la autoproducción, supondría un aumento significativo de puestos de trabajo.

**Solar termoeléctrica.** Se trata de un subsector de rápido crecimiento en los dos últimos años, por lo que, de acuerdo con la opinión de los expertos del sector, el dato de empleo puede estar infravalorado. La asociación empresarial PROTERMO-SOLAR estima que puede haber varios miles de puestos de trabajo en el subsector termoeléctrico.

**Generación distribuida.** En línea con el comentario anterior sobre fotovoltaica, las posibilidades de la generación distribuida por medio de pequeñas y muy pequeñas instalaciones podrían suponer un aumento significativo de puestos de trabajo en subsectores tanto eléctricos como térmicos: fotovoltaica, biomasa, minieólica...

**Operación y mantenimiento.** El aumento progresivo de la potencia instalada está incrementando poco a poco el empleo asociado a la operación y mantenimiento. Este empleo es independiente respecto de las variaciones en los ritmos de implementación de nuevas instalaciones, y se define cada vez de una manera más precisa, gran parte del mismo está compuesto de ocupaciones especializadas y cualificadas.

En la actualidad, según los datos obtenidos en la encuesta, se incluyen en esta actividad 8.395 empleos en 2010, que representan un 12,0% del total.

## 7.2 ANÁLISIS DE LOS DATOS DE LA ENCUESTA

En este apartado se desgranar las informaciones recogidas en la encuesta, partiendo de una visión general para concretar seguidamente el referido exclusivamente a las energías objeto de estudio y localizadas en el estado español, profundizando en la distribución de las plantillas, en función del tipo de empresa y el puesto que ocupan por departamento, deteniéndonos particularmente en el de I+D+i.

Posteriormente analizaremos el empleo generado en cada una de las tecnologías estudiadas.

Nos referiremos primero al momento actual, para pasar a describir sus perspectivas y probable evolución según los datos de la encuesta.

### 7.2.1 Tamaño de las empresas y niveles de análisis

En este apartado se analizará el empleo que generan las empresas que se dedican a las energías renovables para llegar a definir qué empleos son imputables exclusivamente a este sector.

Con este objeto se presentan los datos en tres diferentes niveles: las plantillas totales de las empresas, nivel general; las plantillas totales dentro del ámbito estatal, y, de éstas últimas, las que trabajan específicamente relacionadas con las energías renovables.

Los principales análisis se realizan a partir de los datos más concretos: empleos en energías renovables localizados en España.

Como es lógico, desde esta perspectiva se aprecia un notable decrecimiento de los tamaños medios de las empresas a medida que pasamos del nivel general, en el que se incluyen las diversas actividades de las empresas, y concretamos en niveles más específicos, pasando de una media de casi 90,39 trabajadores/as por empresa a nivel general, a 30,8 cuando trabajan en el ámbito de las energías renovables en España.

De la misma forma, y por las mismas causas, el volumen de empresas con tamaños más reducidos (menos de 10 trabajadores/as) se incrementa notablemente, en aproximadamente 11 puntos porcentuales.

En definitiva, si nos limitamos al conocimiento de las dimensiones de las empresas con trabajadores/as adscritos/as solamente en España y dedicadas exclusivamente a las energías renovables, la cifra se sitúa en 30,8 trabajadores/as/empresa.

Esto supone que en el 94% de los casos las empresas observadas en su nivel más específico, dedicado a energías renovables en el ámbito español, las plantillas no superen los/as 50 trabajadores/as. Solamente un 6% de las empresas cuentan con un tamaño superior en término de empleo. Como veremos más adelante este factor es determinante en la constitución del sector y su distribución de empleos.

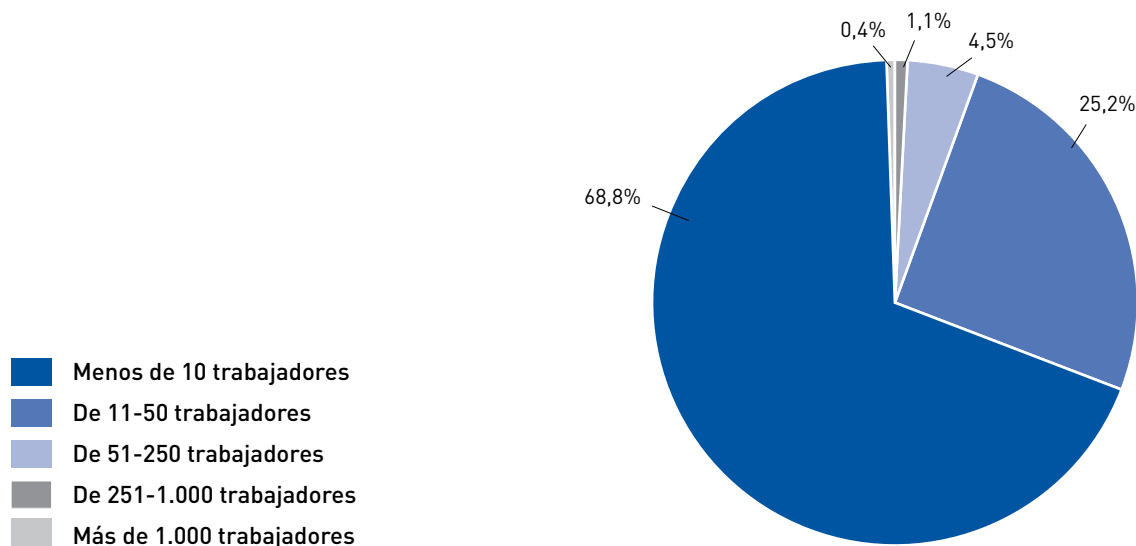
### 7.2.2 Empleo en energías renovables localizado en España

Centrando el grueso de la información en esta tipología o nivel de análisis, el total de trabajadores/as que ocupan en energías renovables estas 925 empresas entrevistadas asciende a 28.537. Teniendo en cuenta que la muestra realizada ha supuesto entrevistar al 40,67% de las empresas del sector, y estimando los valores en base al peso de cada tamaño de las empresas, podría estimarse en torno a 70.152<sup>3</sup> el volumen de trabajadores/as dedicados/as a energías renovables en España.

Al tomar como referencia los empleos netos de trabajadores/as en energías renovables en base a la segmentación por tamaño de empresa, se percibe que el dimensionamiento medio de las mismas va desde los 4,4 empleados/as por empresa en las menores de cinco trabajadores/as, hasta los/as 2.761 trabajadores/as que representan las empresas con plantilla superior a los/as 1.000 trabajadores/as.

<sup>3</sup>Este dato contrasta con el obtenido en 2007, suponiendo una reducción significativa del número de empleos, 89.000 en aquel estudio. Además de la situación regulatoria y financiera podemos achacar esta variación a una mayor concreción en las cifras fruto de una mayor adecuación metodológica

Gráfica 7.1. Tamaño de las empresas de energías renovables



Fuente: elaboración propia a partir de las encuestas

Pese a lo llamativo de esta gráfica, si atendemos al volumen de empleo generado, comprobamos, de manera análoga a como sucede en el conjunto de la economía española, cómo éste se concentra en un número reducido de grandes empresas.

El mayor volumen de empleo, se concentra en las empresas mayores de 1.000 trabajadores/as, que cuentan con un peso del 38,7% de trabajadores/as sobre el total. Las empresas de entre 11-50 y 251-1.000 trabajadores/as también aportan un número importante al sector, alrededor del 19,0%.

Como contrapunto, se aprecia que las empresas más pequeñas, a pesar de tener una presencia superior al 94% en el conjunto, representan únicamente un 9,8% de los empleos.

**Empleo según grado de dependencia empresarial.** Al analizar el grado de independencia en base al tamaño medio de las empresas, puede apreciarse que son las empresas multinacionales quienes presentan una cifra media de empleo más elevada, seguidas de las multinacionales españolas.

Por el contrario, las empresas totalmente independientes son las de un tamaño más reducido, presentando una media de 12,4 trabajadores/as de media.

Es de destacar que el 70% de los empleos se concentre en empresas multinacionales de distinto origen, ya que nos da una idea del grado de internacionalización del sector.

Si se contabilizan los empleos netos por cada tipología de empresas se aprecia que son las multinacionales españolas las que mayor volumen de trabajadores/as emplea, concretamente el 34,1% del total, a continuación, y en una proporción bastante próxima, estarían las empresas independientes, que agrupan al 30,9% del empleo en energías renovables. A continuación, con el 17,2% del empleo se encontrarían las multinacionales provenientes del resto de la UE. Por último, las empresas pertenecientes a grupos empresariales aportarían el menor volumen de trabajadores/as, con empleo próximo al 6,5%.

### 7.2.3 Distribución de los empleos por departamentos

Un alto porcentaje de personal contratado se sitúa en tareas de producción. La producción industrial como tal y la instalación suponen conjuntamente más de la mitad de las plantillas de las empresas, concretamente el 51,7%.

**Tabla 7.1. Distribución de la plantilla por departamentos**

	Porcentaje
Personal de producción industrial	34
Personal de producción: instalación	17,7
Desarrollo de proyectos	14,7
Promoción, comercialización, ventas	9,5
Administración	9,2
Tareas de dirección y coordinación	6,7
Investigación, desarrollo e innovación (I+D+i)	4,7
Otros	3,4

Fuente: elaboración propia a partir de las encuestas

Es destacable, desde la peculiaridad del sector, la alta tasa de personal que se registra en temas de desarrollo de proyectos, 14,7%.

Los departamentos de promoción, comercialización, ventas y administración presentan porcentajes relevantes, concentrando algo menos del 10% de las plantillas en cada uno de ellos.

La estructura de una empresa depende, en buena medida, de su tamaño, presentando configuraciones departamentales diferentes en función de sus dimensiones.

Las empresas menores de 10 trabajadores/as, en las que, frecuentemente el personal compagina diversas tareas, cuenta con una mayor implicación del departamento de proyectos, constatándose una más amplia proporción de personas respecto a las empresas más grandes en labores de dirección. En muchos casos se trata de labores compartidas, en las que la misma persona efectúa diferentes funciones, entre ellas también en muchos casos las de administración.

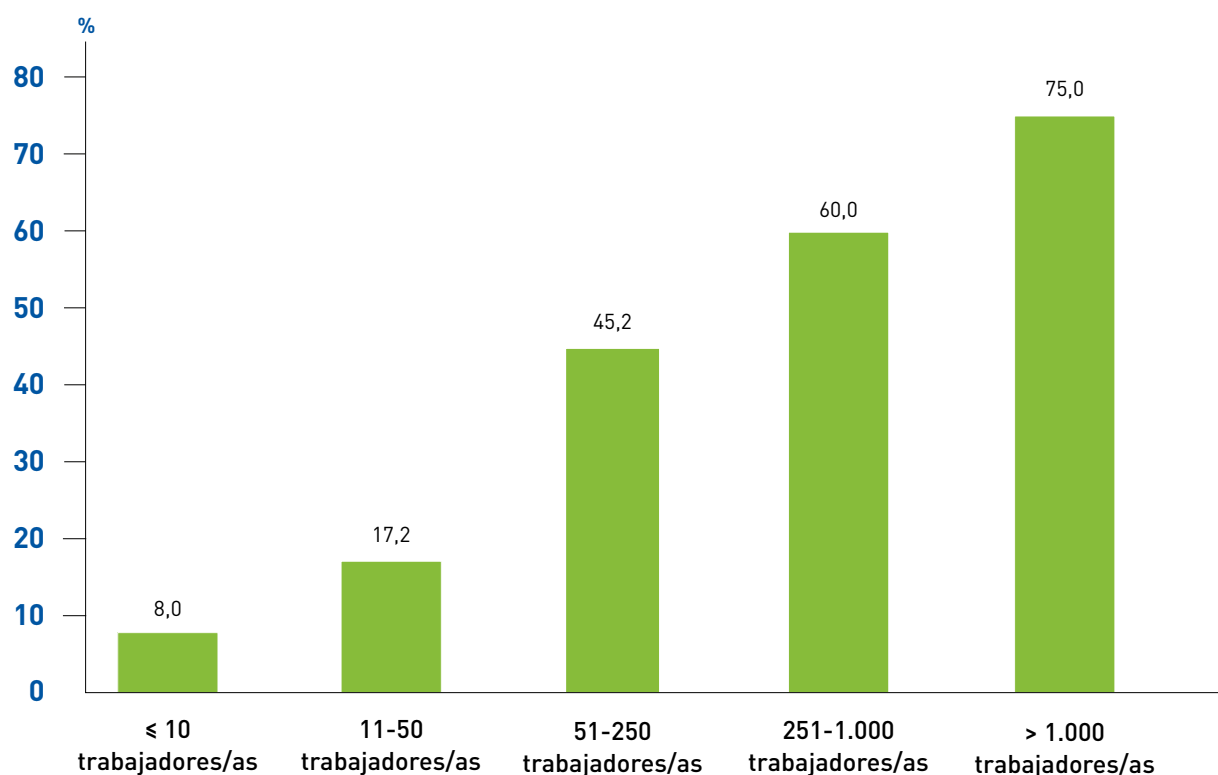
A medida que aumenta el tamaño de las empresas comienza a incrementarse el peso del departamento de producción, alcanzando su máximo exponente en las empresas de entre 251-1.000 trabajadores/as, donde alrededor del

56% de los empleos se encuentran adscritos a ese departamento.

### 7.2.3.1 Departamento de I+D+i en las empresas de renovables

Los numerosos diagnósticos realizados sobre el Sistema Español de Ciencia y Tecnología han apuntado la necesidad de que los nuevos planes de I+D+i incorporen cambios importantes en su estructura y gestión. Para alcanzar los objetivos planteados en materia energética se hace imprescindible fomentar la I+D+i. En este sentido, tanto desde la UE como desde los Organismos del Estado Español se está estimulando la innovación con un doble objetivo: no sólo para optimizar el aprovechamiento de estas energías renovables, sino también limitar el impacto del sector energético como uno de los principales responsables del cambio climático.

Del conjunto de empresas entrevistadas, alrededor de un 20% indican que disponen, bien de un departamento constituido como tal, o de personas que, sin constituir un departamento diferenciado, pueden trabajar en actividades directamente relacionadas con lo que comúnmente se denomina I+D+i. De éstas, alrededor de un 13% tiene un departamento propio de I+D+i, y el resto se dedican con un carácter más informal dentro de este cometido.

**Gráfica 7.2. Empresas que disponen de un departamento de I+D+i en energías renovables, según tamaño de empresa**

Fuente: elaboración propia a partir de las encuestas

Se percibe un incremento continuo de la presencia de los departamentos de I+D+i en las empresas a medida que aumenta su tamaño. Al menos tres de cada cuatro empresas mayores de 1.000 trabajadores disponen de un departamento formal de estas características.

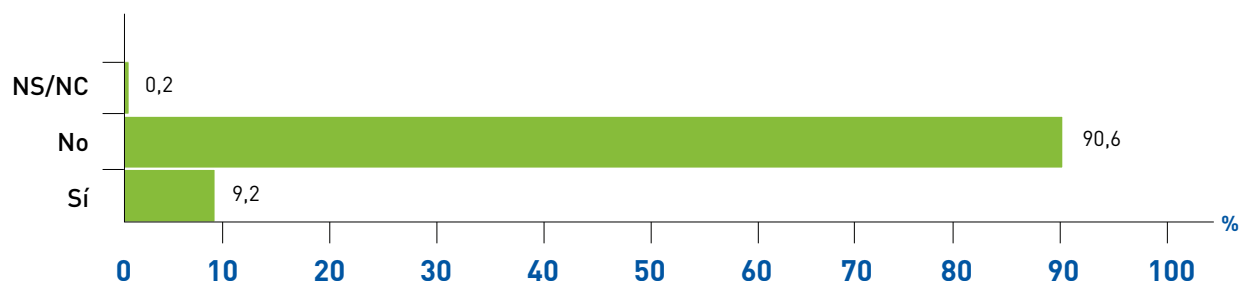
Del conjunto de empresas del sector de renovables las que se dedican a biocarburantes, aerotermia-bomba de calor, biogás, solar termoeléctrico y eólico son las que disponen en mayor proporción de un departamento de I+D+i.

**Empleo en I+D+i.** Las empresas que cuentan con un departamento de I+D+i contribuyen con un total estimado de 3.087 trabajadores/as (1.250 empleos netos contabilizados en la muestra), representando aproximadamente al 4,4% del total del personal que trabaja en energías renovables.

Como se ha mostrado anteriormente, son las empresas de mayor tamaño las que de manera más generalizada disponen de un departamento

de estas características. El 35,3% de los trabajadores empleados en I+D+i en este sector se halla en las empresas de más de 1.000 trabajadores/as. No obstante exceptuando las más pequeñas, microempresas, todos los tamaños de empresas aportan un porcentaje elevado de trabajadores/as.

La presencia de las mujeres en estas divisiones es ligeramente más elevada que la media general del sector, 26%, aunque no supera el 32% del total de trabajadores/as.

**Gráfica 7.3. ¿Tiene pensado crear un departamento de I+D+i?**

Fuente: elaboración propia a partir de las encuestas

Por otro lado, el 90,6% de aquellas empresas que no disponen de un departamento de I+D+i tampoco tienen pensado crearlo en los próximos años, mientras que pueden estimarse en torno a una de cada diez las que sí tienen pensado constituirlo.

## 7.2.4 Empleo existente en cada una de las tecnologías analizadas

En función de los diferentes subsectores de actividad, se percibe un claro predominio en la generación de empleo en energías renovables de las empresas encuadradas en el sector eólico, con un peso del 43,6% del total de empleos. En segundo lugar aparece el solar fotovoltaico, que acapara el 28% del empleo y el solar térmico, con un 9,6%.

El resto de subsectores, excepto biomasa que presenta una cuota próxima al 5%, se mantiene en unos niveles bajos, donde escasamente llegan a representar al 1-2% trabajadores/as en incineración de residuos, biocarburantes e hidráulica y mini hidráulica, quedando otras actividades por debajo de este nivel.

Tabla 7.2. Distribución de empleos por subsectores de actividad

	Empleo EERR encuesta (*)	Porcentaje	Empleo total (estimación)
Eólico	12.468	43,6	30.651
Solar fotovoltaico	7.953	27,9	19.552
Solar térmico	2.749	9,6	6.757
Actividades comunes a todos los subsectores	1.734	6,1	4.263
Biomasa	1.298	4,5	3.191
Incineración de residuos	576	2	1.415
Hidráulica y mini hidráulica	439	1,5	1.078
Biocarburantes	392	1,4	964
Biogás	270	0,9	664
Solar termoeléctrico	208	0,7	511
Geotermia	169	0,6	415
Otros	109	0,4	268
Aerotermia (bomba de calor)	75	0,3	184
Mini eólico	67	0,2	165
Energías del mar	30	0,1	74
<b>Total</b>	<b>28.537</b>	<b>100</b>	<b>70.152</b>

(\*) Trabajadores ocupados en energías renovables en las 925 empresas entrevistadas

Nota: el empleo en solar termoeléctrica según la asociación del sector PROTERMOSOLAR, basándose en otra metodología, ascendería a entre 13.000 y 15.000 empleos directos.

Fuente: elaboración propia a partir de las encuestas

Si bien encontramos que los subsectores con mayor presencia, en cuanto a número de empresas, en el sector de las energías renovables, como son el fotovoltaico, solar térmico, eólico y biomasa, son también los que cuentan con mayor número de trabajadores/as, no existe sin embargo un paralelismo con respecto a la jerarquía de los valores. Así, el subsector eólico, siendo el tercero en número de empresas, es el que mayor número de puestos de trabajo genera.

Es a través del tamaño medio de las empresas, precisamente, donde se percibe de manera más nítida el dimensionamiento de las mismas, confirmándose que las más grandes se encuentran en torno a los subsectores de incineración de residuos y eólico.

Un segundo bloque lo constituyen fotovoltaico, biocarburantes, hidráulica y mini hidráulica, solar térmico, biogás, biomasa, mientras que las de un tamaño más reducido se sitúan en las tecnologías solar termoeléctrica, geotermia, aerotermia, mini eólico y energías del mar.

En cualquier caso, hay que tener en cuenta que existen sectores, como el fotovoltaico, que cuentan con un gran número de empresas de todos los tamaños, siendo mayoritarias las de pequeñas dimensiones, influyendo de forma decisiva en su resultado medio; lo permite que, pese a un valor medio discreto, el 80% de las mayores empresas entrevistadas trabajan en este sector.

## 7.2.5 Distribución de los empleos por actividades

El empleo clasificado según las actividades más importantes que se desarrollan en todos los tipos de tecnologías, se divide de la siguiente manera:

**Tabla 7.3. Distribución de empleos por actividades**

	Empleos totales	Porcentaje
Fabricación de equipos	26.387	37,6
Construcción e instalación	11.840	16,9
Desarrollo de proyectos y servicios	12.834	18,3
Comercialización, venta de equipos	7.228	10,3
I+D+i	3.185	4,5
Operación y mantenimiento	8.395	12,0
Formación	283	0,4
<b>Total</b>	<b>70.152</b>	<b>100</b>

Fuente: elaboración propia

Para la estimación del empleo indirecto se ha establecido un coeficiente de generación de empleo indirecto a partir del empleo directo específico de cada subsector de actividad.

Este coeficiente se ha establecido según las estimaciones efectuadas en un estudio sobre el sector elaborado recientemente por la asociación de productores de energías renovables APPA<sup>4</sup>. En los apartados de "actividades comunes" y "otros" se aplica como coeficiente un valor medio del conjunto.

En aquellos subsectores de actividad en los que no existen estimaciones de empleo directo e indirecto en ese estudio, se toma el mismo coeficiente que en otra tecnología análoga.

<sup>4</sup> "Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España". Noviembre 2009. Edita: APPA



Tabla 7.4. Empleo indirecto generado por subsectores de actividad

	Empleo directo	Coficiente	Empleo indirecto	Empleo total
Eólico	30.651	0,80	24.521	55.172
Solar fotovoltaico	19.552	0,45	8.798	28.350
Solar térmico	6.757	0,45	3.041	9.798
Actividades comunes a todos los subsectores	4.263	0,638	2.718	6.981
Biomasa	3.191	0,88	2.808	5.999
Incineración de residuos	1.415	0,45	637	2.052
Hidráulica y mini hidráulica	1.078	0,45	485	1.563
Biocarburantes	964	1,025	988	1.952
Biogás	664	1,025	681	1.345
Solar termoeléctrico	511	0,60	307	818
Geotermia	415	0,39	162	577
Otros	268	0,638	171	439
Aerotermia (bomba de calor)	184	0,45	83	267
Mini eólico	165	0,80	132	297
Energías del mar	74	0,52	38	112
<b>Total</b>	<b>70.152</b>		<b>45.570</b>	<b>115.722</b>

Fuente: elaboración propia

A partir de estos cálculos se obtiene un empleo total (directos e indirectos) de **115.722** en el sector de las energías renovables.

## 7.2.6 Evolución del empleo y expectativas futuras

### 7.2.6.1 Evolución del empleo

A la luz de los datos resulta difícil interpretar el efecto de la crisis en el sector. Quizá habría que decir que muchas empresas han aprovechado el momento para consolidarse y apostar de manera clara por el crecimiento en el sector de las energías renovables. Otras, sin embargo, han sucumbido al efecto de la crisis. De cualquier forma, la situación ha variado sensiblemente respecto a hace tres años cuando prácticamente el 70% de las empresas se encontraban en la cresta de la ola, con un crecimiento óptimo de sus plantillas.

Se aprecia en los últimos años un crecimiento general del empleo en el sector, si bien un 25% de las empresas han sufrido los efectos de la crisis reduciendo el número de empleados/as; casi un 43%, nos indican que han experimentado un crecimiento continuo. En este contexto encontramos que, a partir de las opiniones de las empresas encuestadas, una de cada tres manifiesta haber mantenido estable el empleo en el intervalo de los últimos 5 años.

Así prácticamente en todos los tamaños de las empresas se registran respuestas mayoritarias en tono positivo, siendo especialmente evidente en las de mayor tamaño.

En definitiva, si bien el efecto de la crisis se ha dejado notar en la estructura laboral del sector, ésta ha incidido de manera desigual en las diferentes empresas, afectando especialmente a las pequeñas de menos de 10 trabajadores/as, y también ha repercutido sobre las de un tamaño importante (251-1.000), sin embargo en estas últimas se ha compensado con el fuerte crecimiento en otras del mismo tamaño (han bajado un 30% de ellas pero han subido casi el 60%).

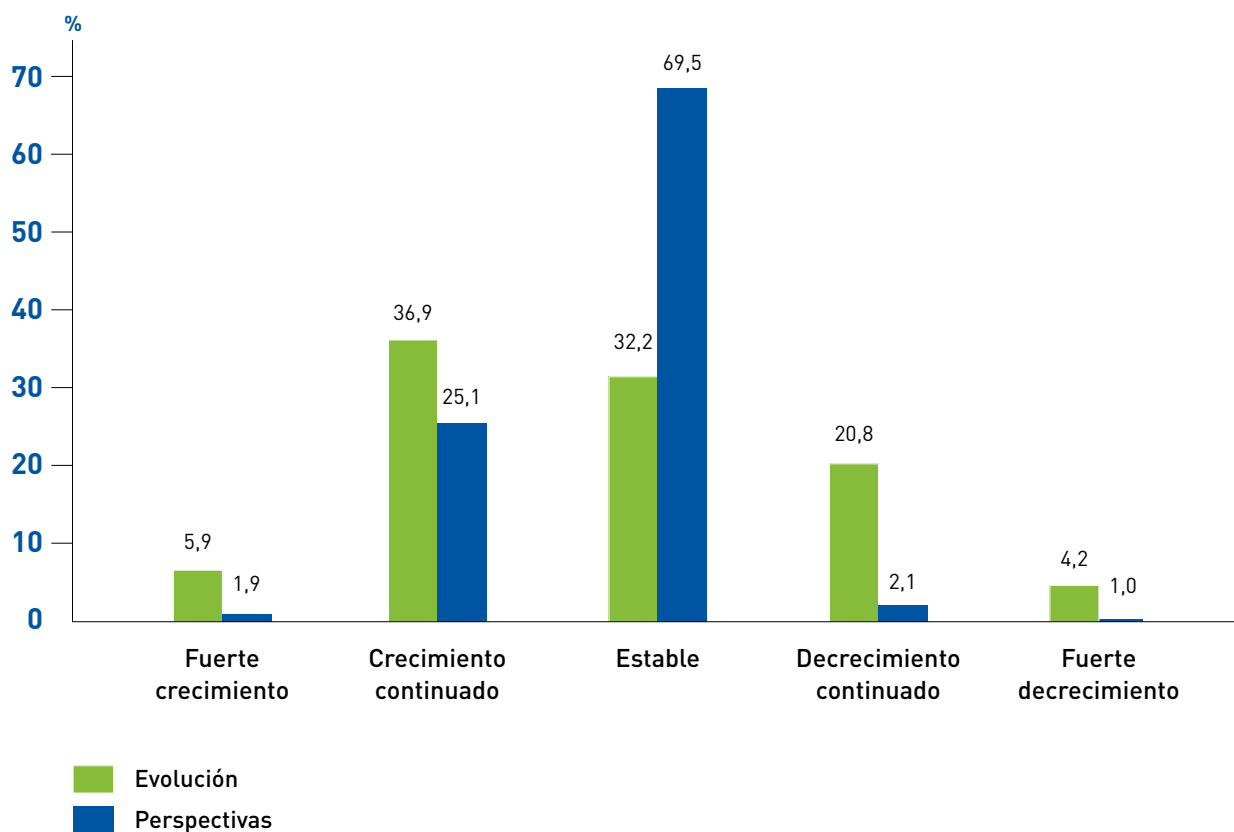
Tomando como base los subsectores más representativos –si bien en todos ellos es mayor la proporción de empresas que han experimentado un crecimiento en el empleo durante los últimos cinco años–, se detecta que algunos subsectores como solar térmico, solar fotovoltaico, geotermia, y las actividades comunes a todos los sectores, han padecido en mayor medida los efectos de la recesión. Otros como la eólica, solar termoeléctrica,

biomasa, biocarburantes, hidráulica-mini hidráulica y biogás, han sabido reconducir sus empresas de una forma más acertada.

### 7.2.6.2 Expectativas futuras

La opinión de la gran mayoría de las empresas entrevistadas (70%) es que mantendrán estables las dimensiones de su plantilla actual. No obstante, en la línea de lo expuesto anteriormente, se trata de un sector con expectativas concretas de crecimiento del empleo, el 27% del total de empresas mantiene una perspectiva futura más optimista, piensan que experimentarán un crecimiento continuado, incluso dentro de ellas hay un 2% que opinan que los próximos años serán de un fuerte crecimiento para su empresa.

Esta percepción aumenta a medida que se incrementa el tamaño de la empresa encuestada.

**Gráfica 7.4. Evolución del empleo en su empresa en los últimos cinco años y expectativas a medio plazo**

Fuente: elaboración propia a partir de las encuestas

En contraposición, no llega al 4% la proporción de empresas que miran al futuro de manera desalentadora, un 2,1% opina que experimentarán un decrecimiento continuado, e incluso un 1,0% lo percibe de manera más pesimista, piensa que su empresa tendrá un fuerte decrecimiento.

Las empresas más dinámicas y con mejores expectativas de empleo a corto-medio plazo son las de tamaño grande y medio, y aunque sus previsiones no distan mucho del colectivo general, ninguna de ellas tiene una perspectiva futura negativa. En la posición contraria, las de menos de 10 trabajadores/as perciben un futuro algo menos esperanzador.

Por subsectores de actividad, en términos generales todas ellas, independientemente del segmento donde trabajan, opinan que las expectativas de contratación a medio-largo plazo serán las de mantenerse estables, si bien las de biomasa, biogás, biocarburantes, energías del

mar, incineración de residuos y aerotermia perciben el futuro con más optimismo.

En definitiva, parecen advertirse unas expectativas de futuro basadas en un mantenimiento de los puestos de trabajo, con una tendencia a la generación de nuevos empleos, alrededor de un 27,4% de empresas que comentan explícitamente que crecerán en los próximos años, hay entre ellas un 16,2% que tienen planes concretos de contratación para los próximos años.

## 7.3 PREVISIONES DE EMPLEO 2015 Y 2020

### 7.3.1 Introducción

Los cálculos de empleo generado en 2015 y 2020 se realizan a partir de los escenarios energéticos para dichos años, basados en las previsiones del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Para evaluar el empleo que se generaría en el sector de las energías renovables en esos años se ha realizado una correlación entre el empleo obtenido mediante los métodos cuantitativos (encuesta a empresas) en el año 2010 y la potencia instalada de cada tecnología al finalizar el año 2009.

El empleo generado en el sector de las energías renovables se va a clasificar en dos categorías principales que experimentan patrones de crecimiento diferenciados:

- **Fabricación e instalación:** incluye el empleo industrial asociado a la fabricación de equipos y todo el empleo necesario para la puesta en marcha de una instalación de energías renovables desde la promoción del proyecto, ingeniería, etc. hasta la puesta en marcha de la instalación. El empleo creado de este subsector depende de la puesta en marcha de nuevas plantas, de modo que se mantendrá estable siempre que siga instalándose más energía renovable o se acentúe la tendencia exportadora que ha venido incrementándose en los últimos tiempos.
- **Operación y mantenimiento:** empleo necesario para llevar a cabo las labores de manejo y gestión de la planta. Estos puestos de trabajo permanecen constantes a lo largo de la vida útil de la planta energética y, por tanto, incrementan su número de forma agregada año tras año.

**Tabla 7.5. Ratios utilizados para esta división por categorías**

Tipo de energía	Fabricación + Instalación (%)	Operación + Mantenimiento (%)
Eólico	94	6
Hidráulico	84	16
Solar térmico	91	9
Solar termoeléctrico	96	4
Solar fotovoltaico	95	5
Biomasa	62	38
Biocarburantes	65	35
Biogás	95	5
Geotermia	91	9
Incineración de residuos	87	13

Fuente: elaboración propia con datos publicados por MITYC e IDAE y la Universidad de Berkeley (California)

El empleo según esta clasificación se asocia a la potencia que se instala cada año (fabricación e instalación) y la potencia acumulada (operación y mantenimiento).

En el caso de la energía solar fotovoltaica en el año 2009 se ha producido una parada muy importante en la instalación de nueva potencia. Esta situación ha sido excepcional, por lo que no se puede relacionar el empleo existente actualmente con la instalación de nueva potencia (únicamente se han instalado 42 MW en comparación a los 2.666 MW instalados en 2008). El empleo en esta tecnología se va a asociar a un ratio general que relaciona el empleo total con la potencia total acumulada.

Para la biomasa, el cálculo de empleos se ha realizado a partir de los datos de la encuesta de forma agregada, incluyendo empleos tanto en biomasa térmica como en biomasa eléctrica. Sin embargo, para el cálculo de los ratios en esta tecnología ha sido tenida en cuenta exclusivamente la potencia eléctrica instalada. A partir de los datos facilitados por el MITYC e IDAE sobre biomasa térmica utilizada, encontramos una evolución negativa interanual en las ktep consumidas que lo invalidaban para el establecimiento de un ratio adecuado. En el caso de la energía geotérmica igualmente el dato de empleo está agregado, respecto a los ratios se han hecho a partir de la energía consumida en el año 2009 (ktep) ya que no hay potencia eléctrica instalada en España.

Tabla 7.6. Clasificación del empleo y los ratios obtenidos a partir de la situación al comienzo de 2010

	Empleo, fabricación e instalación	Empleo, operación y manteni- miento	Potencia instalada	Potencia acumulada	Ratio por potencia instalada	Ratio por potencia acumulada
Eólico (MW)	30.634	2.316	2.598	19.144	11,79	0,12
Hidráulica (MW)	964	189	12	26.248	80,32	0,01
Solar térmico (miles m <sup>2</sup> )	6.514	710	349	2.017	18,64	0,35
Solar termoeléctrico (MW)	518	28	171	232	3,03	0,12
Solar fotovoltaico (MW)	19.632	1.274	42	3.442	5,68	
Biomasa (MW)	2.151	1.261	123	497	17,49	2,54
Biocarburante (ktep)	679	352	439	1.058	1,55	0,33
Biogás (MW)	667	43	11	160	60,61	0,27
Geotermia (ktep)	400	44	1	9	447,54	4,80
Incineración de residuos (MW)	0	1.436	0	95	101,19	15,12
<b>Total empleo<sup>5</sup></b>	<b>62.160</b>	<b>7.653</b>				

Fuente: elaboración propia

Para efectuar las previsiones en base a la potencia instalada y acumulada, los empleos asociados a "actividades comunes" y "otros" se han repartido proporcionalmente entre todas las tecnologías.

<sup>5</sup>Excepto el empleo asociado a energías del mar y a bombas de calor

Por lo que respecta a las tecnologías de energías del mar y bomba de calor, estas han sido excluidas de las presentes previsiones de empleo, dado que no se dispone en la actualidad de datos suficientes para su estimación: en el primer caso porque actualmente no ha comenzado la instalación de potencia; y en el caso de la bomba de calor no se tienen datos de la potencia instalada.

Hay que señalar que no se han considerado variaciones de estos ratios y de la distribución de empleo por fases del proceso productivo que en el futuro que se podrían tener en cuenta, como:

- **Efecto de las importaciones y exportaciones:** se considera que en los años 2015 y 2020 existe el mismo nivel de exportaciones e importaciones de equipos que en el año base. Según las entrevistas realizadas a expertos del sector, los fabricantes de aerogeneradores tienen expectativas de aumentar su niveles de exportación para la instalación en otros países (por lo que las previsiones de empleo se verían aumentadas); por otro lado, y siempre según las entrevistas a expertos, en el área de energía solar fotovoltaica existe un riesgo de mayor importación de módulos fotovoltaicos de otros países (por lo que las previsiones de empleo en fabricación disminuirían). Un estudio detallado de la evolución de los mercados internacionales para cada tecnología podría aproximar mejor las cifras del empleo en los procesos de fabricación.
- **Variaciones tecnológicas:** principalmente aquellas introducidas en los procesos de fabricación, sobre todo en las tecnologías más de más reciente implantación, se espera que se produzca una automatización y mejora de los procesos productivos por lo que el ratio de empleo por unidad de potencia instalada disminuiría. De la misma forma y en sentido contrario, la explotación comercial de nuevas aplicaciones podría suponer un incremento de las necesidades de mano de obra.

### 7.3.2 Previsiones de empleo en 2015

Utilizando los ratios obtenidos anteriormente, así como las previsiones de potencia instalada y acumulada en los años 2015 y 2020, se obtienen los siguientes resultados para 2015:

Tabla 7.7. Previsiones de empleo 2015, empleo directo

	Potencia instalada	Potencia acumulada	Empleo fab. e inst.	Empleo O y M	Empleo total
Eólico (MW)	1.531	27.997	18.048	3.386	21.434
Hidráulica (MW)	50	16.349	4.016	118	4.134
Solar térmico (miles m <sup>2</sup> )	658	4.902	12.259	1.727	13.986
Solar termoeléctrico (MW)	301	3.048	913	370	1.283
Solar fotovoltaico (MW)	365	5.918	30.255	3.362	33.617
Biomasa (MW)	42	620	732	1.574	2.306
Biocarburante (ktep)	190	2.470	294	822	1.116
Biogás (MW)	15	220	909	59	968
Geotermia (ktep)	1	5	616	25	641
Incineración de residuos (MW)	12	125	1.214	1.890	3.104
	<b>Empleo</b>	<b>Total</b>	<b>69.257</b>	<b>13.333</b>	<b>82.589</b>

Nota: el empleo en solar termoeléctrica en 2015 según la asociación del sector PROTERMOSOLAR, basándose en otra metodología, ascendería a 22.620 empleos directos.

Fuente: elaboración propia

Se crearían un total de 82.589 empleos aproximadamente, 12.437 empleos más que los existentes al comienzo de 2010. Esto supondría un incremento porcentual del 17,7% en términos de empleo.

El sector que más empleo generaría es el fotovoltaico, seguido del eólico y el solar térmico. En comparación con lo observado en la actualidad, el sector eólico perdería empleo ya que en el año 2015 se prevé instalar menos potencia que la

instalada el presente año (1.000 MW menos). Hay que recordar que en el cálculo de empleo a futuro sólo se tiene en cuenta el mix energético español, sin tener en cuenta las exportaciones.

En las tecnologías en las que se espera una mayor creación de empleo a nivel relativo es en la energía geotérmica y solar térmica, que crecen un 397 y 165% respectivamente, principalmente debido a la nueva potencia que se prevé instalar.



Para la estimación del empleo indirecto se utilizan los mismos coeficientes aplicados en el cálculo del empleo indirecto en la actualidad.

**Tabla 7.8. Previsiones de empleo indirecto por tecnologías, 2015**

	<b>Empleo directo</b>	<b>Empleo indirecto</b>	<b>Empleo total</b>
<b>Eólico</b>	21.434	17.147	38.581
<b>Hidráulica</b>	4.134	1.860	5.994
<b>Solar térmico</b>	13.986	6.294	20.280
<b>Solar termoeléctrico</b>	1.283	770	2.053
<b>Solar fotovoltaico</b>	33.617	15.128	48.745
<b>Biomasa</b>	2.306	2.029	4.335
<b>Biocarburante</b>	1.116	1.144	2.260
<b>Biogás</b>	968	992	1.960
<b>Geotermia</b>	641	250	891
<b>Incineración de residuos</b>	3.104	1.397	4.501
<b>Total</b>	<b>82.589</b>	<b>47.011</b>	<b>129.600</b>

Fuente: elaboración propia

### 7.3.3 Previsiones de empleo en 2020

En el caso de la eólica marina, no se dispone de datos sobre el empleo que se genera por potencia instalada o acumulada, ya que actualmente no existe ninguna instalación con esta tecnología en España. Como aproximación, se toman los mismos ratios de la eólica en tierra (se obtiene el empleo eólico de forma agregada), aunque hay que tener en cuenta que el empleo generado en esta tecnología estará algo infravalorado, pues la instalación en el mar es más intensiva en personal que en tierra (aunque el resto de las fases del proceso productivo se mantendrían aproximadamente igual).

Tabla 7.9. Previsiones de empleo 2020

	Potencia instalada	Potencia acumulada	Empleo fab. e inst.	Empleo O y M	Empleo total
Eólico (MW)	2.181	38.000	25.713	4.596	30.309
Hidráulica (MW)	73	16.662	5.863	120	5.983
Solar térmico (miles m <sup>2</sup> )	1.322	10.000	24.657	3.523	28.180
Solar termoeléctrico (MW)	487	5.079	1.476	617	2.093
Solar fotovoltaico (MW)	587	8.367	40.873	6.654	47.527
Biomasa (MW)	101	1.000	1.767	2.537	4.304
Biocombustible (ktep)	225	3.500	348	1.164	1.513
Biogás (MW)	63	400	3.819	108	3.927
Geotermia (ktep)	1	9	385	45	430
Incineración de residuos (MW)	13	187	1.285	2.823	4.108
	<b>Empleo</b>	<b>Total</b>	<b>106.186</b>	<b>22.188</b>	<b>128.373</b>

Nota: el empleo en solar termoeléctrica en 2020 según la asociación del sector PROTERMOSOLAR, basándose en otra metodología, ascendería a 25.420 empleos directos.

Fuente: Elaboración propia

En este escenario el sector de las energías renovables generaría 128.373 empleos en total, lo que representa un crecimiento respecto al empleo en 2010 del 83%.

El mayor aumento relativo se da en la fase de operación y mantenimiento, pues la potencia total acumulada en el año 2020 superará a la actual en un 90%; mientras que en la fase de fabricación e instalación el empleo experimentará un crecimiento relativo menor, pues la instalación anual se mantiene más o menos constante.

Aumentará de forma considerable, 378%, el empleo en la fase de fabricación e instalación en energía solar térmica, pues se espera que esta tecnología termine de despegar en los próximos años.

Tabla 7.10. Previsiones de empleo indirecto por tecnologías, 2020

	Empleo directo	Empleo indirecto	Empleo total
Eólico	30.309	24.247	54.556
Hidráulica	5.983	2.692	8.675
Solar térmico	28.180	12.681	40.861
Solar termoeléctrico	2.093	1.256	3.349
Solar fotovoltaico	47.527	21.387	68.914
Biomasa	4.304	3.788	8.092
Biocarburante	1.512	1.550	3.062
Biogás	3.927	4.025	7.952
Geotermia	430	168	598
Incineración de residuos	4.108	1.849	5.957
<b>Total</b>	<b>128.373</b>	<b>73.642</b>	<b>202.015</b>

Fuente: elaboración propia

### 7.3.4 Índices de evolución del empleo en el sector de energías renovables 2007-2020

A partir de los datos de empleo que el estudio de ISTAS 2007 calcula para el sector en ese mismo año, de las estimaciones realizadas en el presente estudio para el año 2010, y de las proyecciones realizadas para los distintos escenarios a 2015 y 2020 en los apartados precedentes, es posible calcular los índices de variación del empleo en ese periodo de tiempo.

Para construir esos índices, incluimos las estimaciones de empleo de 2015 y 2020 del presente estudio. En la siguiente tabla, extractamos los datos correspondientes a cada uno de los años, tanto respecto al total del sector como desglosando por tecnologías seleccionadas<sup>6</sup>. A continuación, ofrecemos los índices correspondientes estableciendo en el año 2007 la base 100 de la serie.

<sup>6</sup>Desglosamos las tecnologías para las cuales la información disponible permite construir una serie cuya evolución es suficientemente significativa

**Tabla 7.11. Estimaciones de empleo 2007, 2010, 2015 y 2020: tecnologías seleccionadas**

	2007	2010	2015	2020
Eólico	32.906	30.816	21.434	30.309
Solar térmico	8.174	6.757	13.986	28.180
Solar fotovoltaico	26.449	19.552	33.617	47.527
Biomasa	4.948	3.191	2.306	4.304
Biocarburante	2.419	964	1.116	1.513
<b>Total</b>	<b>85.507</b>	<b>70.152</b>	<b>82.589</b>	<b>128.373</b>

Fuente: ISTAS (2007) y elaboración propia

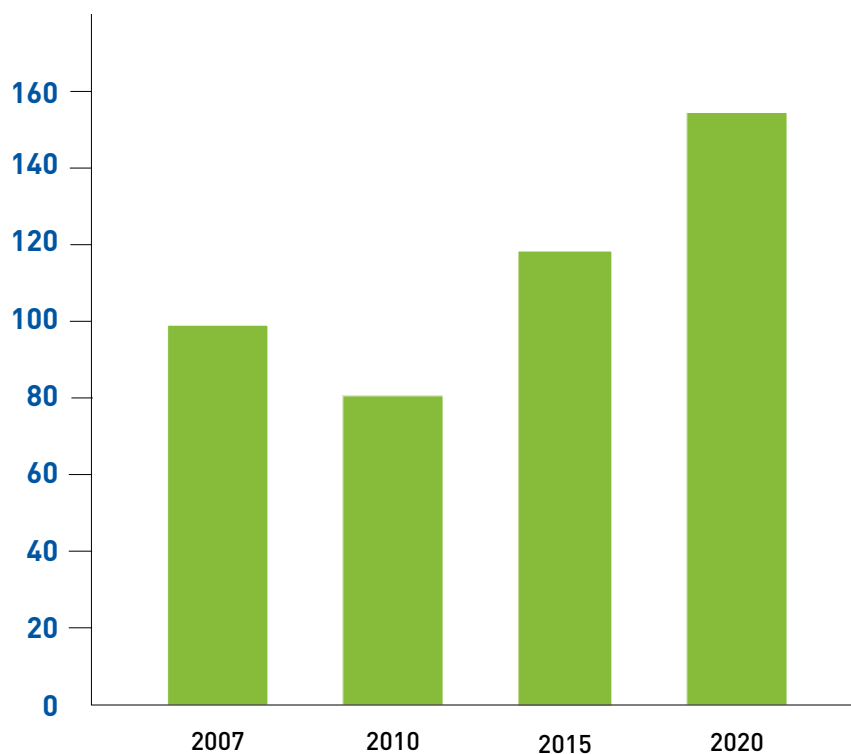
Los subsectores seleccionados no suman la totalidad del sector, por lo que el total no se corresponde con la suma de éstos.

**Tabla 7.12. Índices de evolución de empleo 2007-2020 (base 100 en 2007=100)**

	2007	2010	2015	2020
Eólico	100	93,65	69,55	141,41
Solar térmico	100	82,66	206,99	201,49
Solar fotovoltaico	100	73,92	171,94	141,38
Biomasa	100	64,49	72,27	186,64
Biocarburante	100	39,85	115,77	135,57
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>82,04</b>	<b>117,73</b>	<b>155,44</b>

Fuente: ISTAS (2007) y elaboración propia

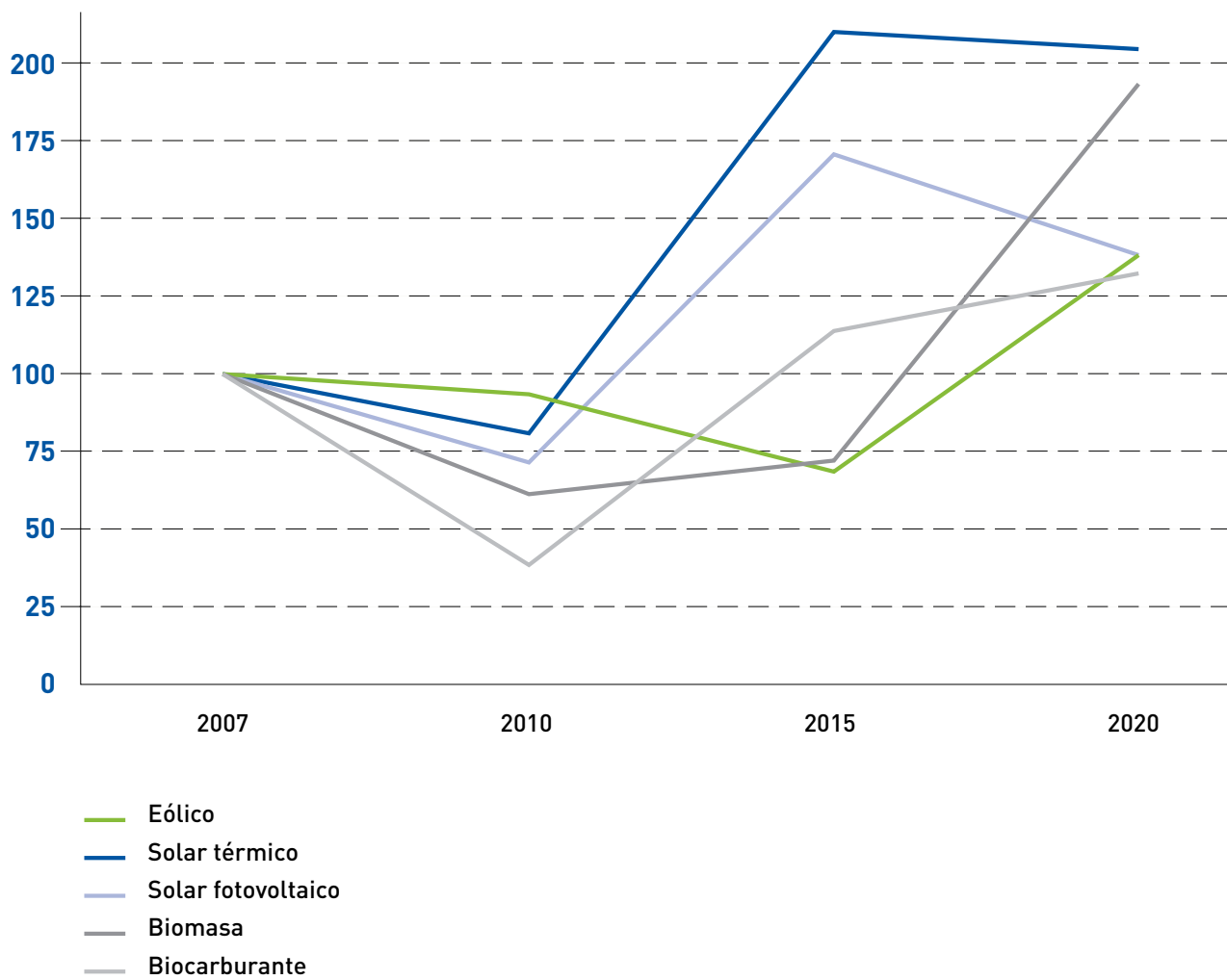
Según indican los índices, entre 2007 y 2010 se ha registrado una reducción de empleo muy significativa en el total del sector (de aproximadamente 18 puntos porcentuales). La trayectoria descendente se revertiría en 2015, año en el que el empleo vuelve a crecer superando los datos que ISTAS estimó en 2007 en un 18% aproximadamente. Dicho crecimiento continuado, sin embargo, determina que en 2020 el volumen de empleo en el sector ya supere en más de un 55% el del 2007. Esta evolución del empleo total se aprecia claramente en el siguiente gráfico.

**Gráfica 7.5. Índices de evolución de empleo 2007-2020 (base 100 en 2007=100)**

Fuente: ISTAS (2007) y elaboración propia

Esta evolución –de reducción del empleo en 2010, crecimiento en 2015, y crecimiento aún más intenso en 2020–, registra diferencias importantes entre unos subsectores y otros. Por ejemplo, la energía eólica (la que concentra la mayor parte del empleo), es la que mayor índice de crecimiento registra entre 2007 y 2020, de forma que prácticamente duplica su volumen de empleo entre estos dos años. La energía solar térmica y la biomasa, apuntarían un crecimiento del empleo menor, pero también notablemente superior al medio del sector (crecen aproximadamente un 57%, mientras que el promedio para el sector es de un 35,34%). Por su parte, tanto el empleo ubicado en solar fotovoltaico como en biocarburante se situaría en 2020 por debajo del promedio de renovables.

**Gráfica 7.6. Índices de evolución de empleo 2007-2020 por subsectores (base 100 en 2007=100)**



Fuente: ISTAS (2007) y elaboración propia

## 7.4 INDICADORES DE TENDENCIA DEL EMPLEO

El apartado anterior revela la necesidad de construir y establecer indicadores de tendencia del empleo en las energías renovables de los que actualmente no disponemos. Su principal utilidad sería la de facilitar la elaboración de estimaciones y previsiones en ausencia de un dispositivo estadístico de registro oficial que recoja la evolución anual. Este cómputo no puede sustituirse por otras informaciones como las Memorias del ejercicio, porque éstas sólo las publican y publicitan las empresas más importantes. Asimismo, la existencia de indicadores fiables permitiría un seguimiento de la evolución del empleo en las energías renovables más sencillo que el de las encuestas, dada la dificultad de realizar todos los años un trabajo de campo al menos equivalente al desarrollado en el presente estudio.

En relación a la posibilidad de establecer unos indicadores que permitan estimar la tendencia futura del empleo en el sector de energías renovables, a partir de los datos de los años 2007 a 2010 el indicador más relevante parece ser el relativo a la evolución de la potencia instalada en la energía solar fotovoltaica, pero precisamente ese subsector ha estado sometido en esos mismos años a una evolución excepcional, mientras que la energía eólica mantenía una

evolución empresarial y maduración tecnológica menos compulsiva y el resto de energías seguían pautas uniformes.

La inexistencia de una base de datos continua del empleo del sector de energías renovables en estos últimos años permite en el momento actual ofrecer tan sólo una estimación del multiplicador de empleo en función de la potencia instalada, para el año 2009, en base a los datos de empleo que facilita una asociación empresarial del sector.

Los datos de la encuesta de ISTAS permiten disponer de cifras sólo para los años 2007 y 2010, pero no los años intermedios, y el análisis de las Cuentas de Resultados de las empresas ofrece en este momento tan sólo cifras de empleo anteriores a 2008, insuficientes en la medida que la evolución del empleo en 2009 ha sido determinante para entender la ruptura de la tendencia al alza que tenía el sector.

Por tanto, para comprobar esta estimación en un periodo más largo tendría que contrastarse partiendo de la construcción de una base de datos de empleo continua a partir del análisis anual de las Cuentas de Resultados de las principales empresas del sector.

**Tabla 7.13. Datos absolutos de empleo y potencia instalada 2007-2010**

Potencia en MW	2007	2008	2009	2010 (1 trim.)
Empleo	89.000			70.152
Potencia resto EERR	16.680	16.756	17.073	17.223
Potencia solar fotovoltaica	734	3.400	3.442	3.635
Potencia eólica	14.820	16.546	19.144	19.481
Potencia EERR	32.234	36.702	39.659	40.339

Fuentes: Empleo: Encuesta ISTAS 2007 y 2010. Potencia y generación eléctrica: MITYC e IDAE

La errática evolución de la potencia instalada en la energía solar fotovoltaica, parece explicar el comportamiento del empleo. Este indicador tuvo un fuerte incremento en 2008, del 434,7%, año del “boom” solar, pero las bajas tasas de incremento en los siguientes años, en relación a este dato, un 14,2% en 2009 y un 13,1% en los primeros meses de 2010 serían la causa de la caída de empleo del sector en el conjunto del periodo (un 21,3% entre 2007 y primer trimestre 2010<sup>7</sup>).

**Tabla 7.14. Evolución datos de empleo y potencia instalada 2007-2010**

Potencia en MW	2007	2008 (%)	2009 (%)	2010 (%) (1 trim.)
Empleo	36.836			-21,3
Potencia resto EERR	9.617	0,5	1,9	0,9
Potencia solar fotovoltaica		363,2	1,2	5,6
Potencia eólica	11.556	11,6	15,7	1,8
Potencia EERR	21.173	13,9	8,1	1,7

Fuentes: Empleo: Encuesta ISTAS 2007 y 2010. Potencia y generación eléctrica: MITYC e IDAE

El “parón” solar del año 2009 habría supuesto la destrucción de mucho empleo “flotante” vinculado a la instalación de nuevos parques, debido a que este sector es un sector emergente, en el que la capacidad de generación de empleo aún depende en gran medida de la instalación de nuevos parques y centrales. Según información de asociaciones empresariales del sector de fotovoltaica el 93,8% del empleo anual del sector se relaciona directamente con la construcción de equipos (54,4%) y la instalación (39,4%), por tanto la volatilidad del empleo, en función del volumen de potencia instalada anualmente en este subsector de las energías renovables, es altísima. Los empleos creados más estables, los vinculados con el mantenimiento representan tan sólo el 6,2% del total.

A partir de los datos de empleo de este subsector facilitados para el año 2009 por una asociación empresarial y los datos de potencia instalada del MITYC e IDAE, puede establecerse que por cada MW de potencia instalado del sector de solar fotovoltaica se generan 9,2 puestos de trabajo en la construcción e instalación. Por tanto en 2008 se habrían generado 24.913 empleos en estas actividades, de los cuales sólo se habrían mantenido

unos 4.300 empleos en 2009. La pérdida de algo más de 20.000 puestos de trabajo directos del subsector de solar fotovoltaica sería, por tanto, la principal variable que explicaría la disminución del 21,3% del empleo en el conjunto del sector de energías renovables entre 2007 y 2010, según datos de la Encuesta de ISTAS.

No obstante, como se ha comentado anteriormente estas estimaciones deben ser contrastadas en un periodo de tiempo más largo. Eso será posible en la medida que en años sucesivos se pueda disponer de una serie de empleo continua del sector y se pueda realizar un mayor seguimiento de la relación entre estas dos variables: empleo y evolución de la potencia instalada en la energía solar fotovoltaica.

Por otra parte, la posibilidad de evaluar el impacto de las importaciones y exportaciones permitiría a su vez paliar otra gran carencia, el otro factor que debería ser tomado en cuenta como determinante en la generación y evolución del empleo asociado a la fabricación.

<sup>7</sup>No se tienen datos de los años intermedios, 2008 y 2009, ya que no se ha realizado la encuesta



## 7.5 CONCLUSIONES

### 7.5.1 Tamaño de las empresas

- En el 94% de los casos de las empresas observadas en su nivel más específico, dedicado a energías renovables en el ámbito español, las plantillas no superan los/as 50 trabajadores/as. Solamente un 6% de las empresas cuentan con un tamaño superior en término de empleo.

### 7.5.2 Número de empleos

- El volumen de trabajadores/as dedicados/as a energías renovables en España se estima en torno a 70.152 (empleo directo). El empleo indirecto se estima en 45.570. Por tanto, el total de empleos directos e indirectos asociados a las energías renovables es de 115.722 en 2010.

### 7.5.3 Distribución de los empleos por tamaño de empresa

- El mayor volumen de empleo se concentra en las empresas mayores de 1.000 trabajadores/as, que cuentan con un peso del 38,7% de trabajadores/as sobre el total. Las empresas de entre 11-50 y 251-1.000 trabajadores/as también aportan un número importante al sector, alrededor del 19,0%.
- Las empresas más pequeñas, a pesar de tener una presencia superior al 94% en el conjunto, representan únicamente un 9,8% de los empleos.

### 7.5.4 Empleos por tipo de empresa

- El 70% de los empleos se concentra en empresas multinacionales de distinto origen, apuntando el grado de internacionalización del sector.
- Las multinacionales españolas son las que mayor volumen de trabajadores/as emplea, concretamente el 34,1% del total, y a continuación, y en una proporción bastante próxima, estarían las empresas independientes, que agrupan al 30,9% del empleo en energías renovables.

### 7.5.5 Empleos por departamentos

- Un alto porcentaje de personal contratado se sitúa en tareas de producción. Entre la producción industrial como tal y la instalación suponen más de la mitad de las plantillas de las empresas, concretamente el 51,7%.
- Las empresas menores de 10 trabajadores/as, donde el personal realiza diversas tareas, cuenta con una mayor implicación del departamento de proyectos.

### 7.5.6 Departamento de I+D+i

- El 20% de las empresas dedican parte de su personal a estas tareas.
- Un 13% tiene un departamento propio de I+D+i. Este porcentaje se incrementa al aumentar el tamaño de la empresa.
- Los departamentos de I+D+i contribuyen al empleo con un total estimado de 3.087 trabajadores/as.
- La presencia de las mujeres en estas divisiones es algo más elevada que la media general.

### 7.5.7 Empleo existente en cada una de las energías analizadas

- Los empleos se concentran principalmente, en orden decreciente en las siguientes tecnologías:
  - Eólica, representan la mayor aportación en términos de empleo con un peso del 43,6% del total. 30.651 trabajadores/as.
  - Solar fotovoltaico, con un 28%. 19.552 trabajadores/as.
  - Solar térmico, con un 9,6%. 6.757 trabajadores/as.
  - Biomasa con una cuota próxima al 5%. 3.191 trabajadores/as.

- El resto de subsectores presenta porcentajes sensiblemente inferiores.
- Las Actividades comunes a todos los subsectores por su parte suponen un 6,1% del total de empleos, con una cifra de 4.263 trabajadores/as.

### 7.5.8 Evolución del empleo

- En general, un crecimiento del empleo en los últimos años de casi un 43%, nos indica que han experimentado un crecimiento continuo.
- Un 25% de las empresas han sufrido los efectos de la crisis reduciendo el número de empleados/as.
- El efecto de la crisis se ha dejado notar en la estructura laboral del sector, ésta ha incidido de manera desigual en las diferentes empresas, afectando especialmente a las pequeñas de menos de 10 trabajadores/as.
- Entre las grandes empresas, el descenso de algunas de ellas se ha visto compensada en términos generales con el aumento de otras.
- Los subsectores más afectados han sido: solar térmico, solar fotovoltaico, geotermia, y las actividades comunes a todos los sectores.
- Eólico, solar termoeléctrico, biomasa, biocarburantes, hidráulica y mini hidráulica, y biogás, aparentemente han sufrido la crisis de forma más atenuada.

### 7.5.9 Expectativas futuras

- Cerca del 70% de los/as entrevistados/as opina que se mantendrán estables en términos de empleo en los próximos años.
- Un 27% piensan que experimentarán un crecimiento continuado.

### 7.5.10 Previsiones de empleo 2015-2020

- La previsión de empleo para el año 2015 es de 82.589 empleos directos aproximadamente y 47.011 empleos indirectos.

- La previsión de empleo para el año 2020 es de 128.373 empleos directos aproximadamente y 73.642 empleos indirectos.
- El sector solar fotovoltaico es el sector que va a generar un mayor número de empleos, seguidos del sector eólico y solar térmico.
- La generación de nuevos empleos está condicionada sobre todo por la instalación de nueva potencia anualmente, información que debe complementarse con los datos de importación y exportación de las empresas instaladoras y fabricantes.
- Las mejoras en los procesos de fabricación e instalación disminuirían el número de empleos en esta fase y, por lo tanto, en el empleo total generado.



# 8 Características del empleo generado

## 8.1 CARACTERÍSTICAS DEL EMPLEO GENERADO A PARTIR DE LOS DATOS DE LA ENCUESTA

Los principales análisis de este apartado se realizan a partir de los datos de empleo más específicos: empleos en energías renovables localizados en España.

En el comienzo se analizarán las relaciones contractuales existentes; proseguiremos con la caracterización específica del empleo desde una perspectiva de género, tratando de cuantificar y caracterizar las diferencias que el empleo en el sector de las energías renovables pudiera presentar en este sentido; a continuación abordaremos la distribución del personal a tiempo reducido, para terminar con los datos recogidos sobre la cualificación de las plantillas.

### 8.1.1 Relación contractual

Si nos ceñimos a la situación de los/as trabajadores/as de energías renovables y los tomamos como base del cálculo, el 83,7% del personal que trabaja en este sector dispone de un contrato indefinido, el resto tienen contratos eventuales (14,1%), en Formación/Prácticas (0,9%) o son Autónomos/as (1,2%)<sup>1</sup>.

**Tabla 8.1. Tipo de relación contractual**

Tipo	Sector EERR España (%)	2007	Conjunto de la economía 2008 <sup>2</sup>
Indefinido	83,7	81,3	62,7 75,6
Duración determinada	14,1	15,3	20,23 24,4
Formación/prácticas	0,9	1,8	No asalariados 17,07
Autónomo/a	1,2	-	
Por obra	0,1	-	

Fuente: elaboración propia a partir de la encuesta y EPA

No se aprecian cambios significativos respecto a 2007 en los tipos de contratación, permaneciendo la forma de contrato indefinido como mayoritaria en porcentajes similares.

El tamaño de las empresas es un factor que marca algunas diferencias significativas en el tipo de contratación. La precariedad laboral se incrementa a medida que las empresas aumentan de tamaño, hasta llegar a las de más de 1.000 trabajadores/as, que rompen la tendencia, ya que cuentan con un elevado porcentaje de personal con un puesto de trabajo fijo.

A partir de un determinado tamaño de empresa (superiores a los/as 50 trabajadores/as) se incrementa de manera notable el porcentaje de trabajadores/as eventuales, siendo especialmente las empresas entre 250-1.000 trabajadores/as donde en mayor medida se deja sentir esta problemática.

<sup>1</sup>Estas cifras deben matizarse con un probable alto grado de subcontratación, compartido con amplios sectores de la economía, que oculte empleos de distintas características

<sup>2</sup>Datos INE-EPA primer trimestre 2010

**Tabla 8.2. Tipo de contrato por nivel profesional**

	<b>Indefinido</b>	<b>Duración determinada</b>	<b>Formación/prácticas</b>	<b>Autónomos</b>
<b>Personal directivo/ Técnico-a superior</b>	93,6	3,4	1,1	1,8
<b>Técnicos/as medios</b>	91,3	6,4	1,1	1,1
<b>Encargados/as</b>	95,3	3,2	0,2	1,3
<b>Oficiales (cualificados)</b>	74,9	23,7	0,6	0,6
<b>Auxiliares (no cualificados)</b>	62,2	35,1	2,2	0,5

Fuente: elaboración propia a partir de las encuestas

Los datos que aparecen en el cuadro superior son bastante elocuentes y muestran la clara tendencia decreciente de los contratos indefinidos a medida que se reduce la cualificación profesional. La contratación indefinida pasa de un máximo de 95,3% en el caso de los encargados a un 93,6% del personal directivo y técnicos/as, a sólo el 62,2% de los/as auxiliares (obreros/as no cualificados/as).

No obstante, los técnicos/as medios gozan de un porcentaje de contratación indefinida muy elevado, por encima del 91% en estos niveles profesionales.

En definitiva, el tipo de contratación de las empresas de energías renovables es mayoritariamente indefinido, decreciendo este tipo de cobertura contractual especialmente en la mano de obra directa (obreros/as cualificados/as y sin cualificar) encontrando en los primeros que un 23,7% cuenta con un contrato eventual mientras alrededor de un 0,6% que son autónomos; en el caso de los/as auxiliares (obreros/as no cualificados/as) la cifra de temporalidad llega casi hasta el 38%.

donde históricamente se han producido los mayores desequilibrios.

La incorporación de la mujer al mundo del trabajo es un hecho evidente, aunque su inserción laboral no ha estado exenta de problemas. Desde este espacio pretendemos indagar, a través de un análisis puramente descriptivo, cómo se sitúa en términos cuantitativos la mujer en el ámbito de las energías renovables.

## 8.1.2 Análisis de los empleos desde la vertiente de género

Las desigualdades entre hombres y mujeres se manifiestan en diferentes ámbitos de lo social, siendo el mundo laboral uno de los campos

**Tabla 8.3. Distribución del número de empleos por género**

	Muestra	Estimación sobre el total
Mujeres	7.505	18.449
Hombres	21.032	51.703
<b>Total</b>	<b>28.537</b>	<b>70.152</b>

Fuente: elaboración propia a partir de la encuesta

Como primer dato se advierte que hay una diferencia notable en cuanto a la participación de hombres y mujeres en este sector. Así, la representación de las mujeres en las empresas a nivel general es del 27,2%, centrándonos en España y exclusivamente a trabajadoras de energías renovables, la cifra es algo inferior, 26,3%.

Estableciendo una comparación a partir de los datos más específicos del sector, comprobamos cómo los porcentajes resultan más próximos a los de las actividades de tipo industrial, en el que las trabajadoras representan una clara minoría, que a los de la economía en su conjunto, más cercanos a una distribución de géneros equitativa.

**Tabla 8.4. Porcentaje de empleo por género, comparación con otros sectores de la economía**

	Empleos en renovables	Conjunto economía <sup>3</sup>	Industria <sup>4</sup>	Industria manufacturera <sup>5</sup>
	[%]			
Mujeres	26,3	44,3	24,4	25,3
Hombres	73,7	55,7	75,6	74,7
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la encuesta y EPA

Si tenemos en cuenta su distribución por departamentos, ésta reproduce en gran medida el rol tradicionalmente asignado al trabajo femenino. Cerca de un 64% de los empleos se sitúan en el departamento de administración. Otros departamentos como "Promoción, comercialización, ventas", y en menor medida "Desarrollo de proyectos" e "Investigación, desarrollo e Innovación (I+D+i)" muestran porcentajes relativamente elevados, mientras aquellos directamente relacionados con la producción, industrial o instalación, presentan los porcentajes más bajos.

<sup>3</sup>Datos INE-EPA primer trimestre 2010

<sup>4</sup>Datos INE-EPA 2009

<sup>5</sup>Datos INE-EPA 2009

**Tabla 8.5. Distribución por géneros en los distintos departamentos (%)**

	Mujeres	Hombres
Administración	63,8	36,2
Promoción, comercialización, ventas	39,9	60,1
Desarrollo de proyectos	30,8	69,2
Investigación, desarrollo e innovación (I+D+i)	30,5	69,5
Otros	22,4	77,6
Tareas de dirección y coordinación	16,4	83,6
Personal de producción: instalación	16,1	83,9
Personal de producción: industrial	15,2	84,8

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la encuesta

Atendiendo a los distintos subsectores, el trabajo realizado por las mujeres aparece relacionado en primer lugar con las actividades comunes, quizá reproduciendo la lógica del cuadro anterior, en el que priman los empleos femeninos en tareas de administración. Le siguen subsectores con un grado de desarrollo incipiente como biocarburantes, bomba de calor o energías del mar, en los que, dada su escasa implantación actual, podemos deducir que las actividades directamente relacionadas con la producción y explotación son escasas.



**Tabla 8.6. Mujeres que trabajan en las energías renovables según subsector de actividad**

	Porcentaje
Actividades comunes a todos los subsectores	41,4
Biocarburantes	30,9
Bomba de calor (aeroterminia)	30
Energías del mar	28,5
Eólico	28,1
Solar fotovoltaico	26,4
Solar termoeléctrico	26
Hidráulica y mini hidráulica	25,2
Biomasa	22,7
Solar térmico	22,4
Geotermia	21,9
Otros	16,7
Biogás	14,4
Incineración de residuos	12,3

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la encuesta

Por lo que respecta a la influencia del tamaño de empresa en la proporción de empleo femenino, aunque las diferencias no son significativas se percibe una mayor presencia porcentual de las mujeres en las empresas de mayor tamaño.

Por subsectores, destaca especialmente las empresas de incineración de residuos, donde se produce una mayor concentración de departamentos/secciones en que hay mayor número de mujeres que de hombres. Las entrevistas en profundidad nos aportan una visión de mayor detalle en este punto, según la cual se trataría principalmente de empleos ligados a actividades de selección y clasificación de residuos para el reciclado. Empleos de escasa cualificación y remuneración.

A pesar de estar en franca minoría en términos generales, no obstante, en el 26,6% de las empresas entrevistadas nos indican que hay alguna sección/actividad donde hay mayor número de mujeres que hombres; éstas se localizan de manera más frecuente en las empresas de cierto tamaño.

### 8.1.3 Departamentos que presentan un mayor porcentaje de empleo femenino

Continuando con la tradicional distinción de ocupaciones en razón del género, el departamento/sección por excelencia al que se refiere el 74% de los/as entrevistados/as que consideraron que existía un departamento en su empresa con mayoría femenina, es al departamento de administración, el resto de departamentos registran unos valores muy bajos (por debajo del 5,5%) aunque relevantes al considerar la naturaleza de la cuestión planteada. Es, precisamente, en ventas, contabilidad, comunicación, departamento técnico,... donde se produce la mayor presencia de mujeres.

La incorporación de las mujeres al ámbito laboral es un hecho incuestionable, sin embargo sólo en el 13,3% de las empresas consultadas han notado incrementos de mujeres en las plantillas en los últimos años. A la luz de estos datos parece un sector todavía poco permeable al cambio, donde la incorporación de la mujer se dosifica de manera lenta aunque constante, especialmente en las empresas de menor tamaño.

No obstante, encontramos ciertos sectores como el eólico, hidráulica-mini hidráulica, biocarburantes, incineración de residuos y aerotermia en los

que sí se percibe incremento de presencia de mujeres en los últimos años.

### 8.1.4 Personal a tiempo reducido

El 17,8% de las empresas tienen personal a tiempo reducido, bien a media jornada o bajo otra fórmula restrictiva del horario laboral.

Esta norma apenas tiene incidencia en las empresas pequeñas (13,7%), y es algo más habitual en las empresas de un tamaño mediano (38,1%) y especialmente en las de mayores dimensiones, con más de 1.000 trabajadores/as (75%).

El volumen de personas en esta situación representa un 2,2% del total de los empleos contabilizados. De éstos un 34% trabaja a media jornada y el resto (66%) aplica otro tipo de reajuste laboral.

Se trata de un fenómeno que incide específica y directamente sobre las trabajadoras. Del total de personas que están acogidas a estas prerrogativas laborales, bien a media jornada o a tiempo reducido, el 67% son mujeres.

Puesto en perspectiva a través de una comparación con el conjunto de la economía española se aprecia como esta distribución desigual de las ocupaciones a tiempo parcial se manifiesta en el sector de las energías renovables de forma más moderada que en el total estatal.

**Tabla 8.7. Porcentaje de personal a tiempo reducido por género, comparación con conjunto de la economía**

Ocupados a tiempo parcial	Conjunto de la economía (%) <sup>6</sup>	Energías renovables (%)
Varones	21,8	32,9
Mujeres	78,2	67,1

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la encuesta

<sup>6</sup>Datos INE-EPA primer trimestre 2010

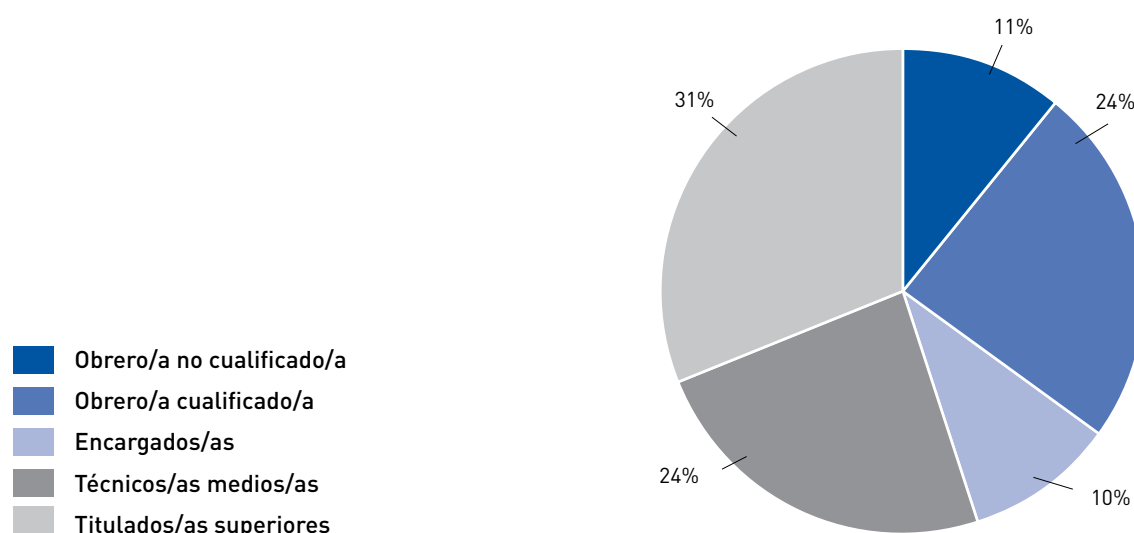
En cualquier caso, se advierte en este sector como en el conjunto de la economía, que desde el punto de vista laboral las mujeres no sólo están en franca minoría sino que, tal y como se comenta en las preguntas relacionadas con el trabajo a jornada parcial, son las que en mayor medida se encuentran en situación de reducción de jornada.

### 8.1.5 Cualificación profesional

Como mejor se aprecia la estructura de la cualificación laboral de los/as trabajadores/as es considerando el volumen total de trabajadores/as adscritos a cada categoría profesional.

La mayor parte de los/as trabajadores/as de este sector son técnicos/as o titulados/as superiores, seguido de técnicos/as medios (donde se ha incluido el personal administrativo) y de oficiales/as (obrero/a cualificado/a). Como se apunta en otro apartado de este trabajo, es muy probable un alto grado de subcontratación que invisibilice empleos de menor cualificación con características contractuales también distintas.

**Gráfica 8.1. Cualificación profesional de las plantillas**



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la encuesta

De acuerdo con los datos de la encuesta, se aprecia que en las empresas de un menor dimensionamiento el porcentaje de Técnicos/as Superiores es bastante más alto que la media general, casi la mitad son Titulados/as Superiores (50,2%), contando con muy poca Mano de Obra Directa (13,9% entre oficiales y auxiliares). Es probable que estas proporciones se relacionen con el tipo de empresa ligada a actividades de ingeniería y promoción de proyectos, caracterizada por un reducido número de empleos altamente cualificado<sup>7</sup>.

En este contexto, se aprecia una progresiva reducción de la proporción de Titulados/as Superiores a medida que aumenta el tamaño de las empresas, y, paralelamente, un incremento de las categorías de menor cualificación, hasta llegar a las empresas mayores de 1.000 trabajadores/as, que lo compensan con un aumento de las Técnicos/as Medios.

<sup>7</sup>En el apartado de este trabajo dedicado al análisis de cuentas de resultados de las principales empresas del sector se apunta una clasificación de empresas en distintas categorías que puede servir de explicación a estas tendencias

## 8.2 CONCLUSIONES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL EMPLEO GENERADO

El 83,7% del personal que trabaja en este sector dispone de un contrato indefinido, el resto tienen contratos eventuales (14,1%), en Formación/Prácticas (0,9%) o son Autónomos/as (1,2%)<sup>8</sup>.

El tamaño de las empresas es un factor que marca algunas diferencias significativas en el tipo de contratación. La precariedad laboral se incrementa a medida que las empresas aumentan de tamaño hasta llegar a las de más de 1.000 trabajadores/as que rompen la tendencia, ya que cuentan con un elevado porcentaje de personal con un puesto fijo de trabajo.

El tipo de contratación de las empresas de EERR es mayoritariamente indefinido, que siguen una tendencia decreciente a medida que se reduce la cualificación profesional. En el caso de los/as Auxiliares (obreros/as no cualificados/as) la cifra de temporalidad llega casi hasta el 38%.

### 8.2.1 Género

Las mujeres representan un total estimado en de 18.449 trabajadoras, un 26,3% del total de empleos del sector de las energías renovables. Este porcentaje es inferior al del conjunto de la economía y similar al del conjunto de la industria.

Su distribución por departamentos reproduce en gran medida el rol tradicionalmente asignado al trabajo femenino, cerca de un 64% de los empleos se sitúan en el departamento de administración. Su menor representación se observa en los trabajos relacionados con la producción industrial y la instalación.

No se aprecian incrementos significativos en la incorporación de la mujer al sector.

### 8.2.2 Personal a tiempo reducido

El 17,8% de las empresas tienen personal a tiempo reducido, bien a media jornada o bajo otra fórmula restrictiva del horario laboral.

El volumen de personas en esta situación representa un 2,2% del total de los empleos contabilizados, de éstos el 67% son mujeres.

### 8.2.3 Cualificación profesional

La mayor parte de los/as trabajadores/as de este sector, cerca del 55% son Técnicos/as o Titulados/as superiores, seguido de Técnicos/as Medios (donde se ha incluido el personal Administrativo), los Oficiales/as (obrero/a cualificado/a) representan casi la cuarta parte.

<sup>8</sup>Estas cifras deben matizarse con un probable alto grado de subcontratación, compartido con amplios sectores de la economía, que oculte empleos de distintas características



# 9 Perfiles profesionales

En las diferentes industrias y servicios relacionados con las energías renovables, se ha producido un proceso que ha dado lugar a especialidades profesionales emergentes, sustentadas sobre una amplia estructura de trabajos más convencionales, desempeñados por operarios, técnicos y profesionales, de las industrias del metal, la electrónica, la química y la energía, incluidas las especialidades relacionadas con el mantenimiento de estas industrias.

En primer lugar, los perfiles obtenidos de los convenios del metal, electrónica, energía y del plástico, en general Oficiales 1ª y 2ª de oficios descritos en los citados convenios. Estos trabajadores obtendrán empleo en las industrias de fabricación de aparatos y componentes de instalaciones para la explotación de energías renovables.

En segundo lugar, la construcción, gestión y mantenimiento de instalaciones para la explotación de energías renovables, ha delimitado una serie de empleos emergentes, los cuales son seleccionados por las empresas, de manera preferente, entre jóvenes con poca experiencia y Ciclos de Formación Profesional Superior, en electromecánica, electrónica, mecánica y química. Sin embargo, también pueden ser captados entre trabajadores con habilidades obtenidas, normalmente, de actividades más convencionales, especialmente de las industrias auxiliares de construcción y obra pública: fontaneros y electricistas, químicas: operarios de almacén y operación y mantenimiento de industrias de ciclo continuo, todos ellos tras un proceso de formación de adaptación al puesto. Por último, las energías renovables contribuyen a completar el ciclo anual de trabajadores de la agricultura: personal para la recogida, acarreo y almacenamiento de biomasa: materia forestal y desechos agrícolas.

Estos perfiles se pueden resumir en el listado que, a continuación se presenta, sin ánimo de ser exhaustivos, pues el propio carácter emergente del sector nos indica que de su desarrollo surgirán nuevas especializaciones y proyectos, hoy en día no explicitados.

## 9.1 LOS TRES SUBSECTORES DE LA CADENA DE SUMINISTROS

Debido a la diferenciación creciente de la situación de las diversas energías renovables, y a la especialización de los segmentos o subsectores, se ha realizado la siguiente segmentación de los perfiles profesionales, de acuerdo con los resultados de casos.

1. Empresas fabricantes de los dos sectores principales, aerogeneradores y módulos fotovoltaicos:
  - I+D.
  - Ingeniería.
  - Líneas de montaje y ensamble de aparatos.
2. Empresas de servicios para:
  - Redacción de proyectos y dirección de su ejecución.
  - Servicios para la construcción y montaje de explotaciones.
3. Empresas promotoras de explotaciones de energías renovables, con varias áreas de negocio:
  - Operaciones y mantenimiento de explotaciones.
  - Mantenimiento y reparaciones.
  - En algunos casos, ingeniería de control.

### 9.1.1 Empresas relacionadas con la tecnología fotovoltaica

#### Ingeniería fotovoltaica

Se trata de un sector cuyos perfiles profesionales existen desde hace casi cincuenta años en España. No se considera, por tanto, necesario analizar los puestos, pues los perfiles han sido definidos hace ya muchos años, y algunos aparecen en las Familias Profesionales del Catálogo Nacional de Cualificaciones:

- Ingeniero Industrial Superior, rama Electrónica.
- Ingeniero Técnico Industrial, rama Electrónica.
- Ingeniero Técnico Industrial, rama Química.
- Ciclo Formativo Profesional de Diseño Industrial.
- FP QUI021-3 Ensayos Físicos y Fisicoquímicos (Perfil RD 295/2004).

#### Líneas de fabricación de células y ensamblaje de paneles fotovoltaicos

Se trata de un sector cuyos perfiles profesionales existen desde hace casi cincuenta años en España. Los perfiles han sido definidos hace ya muchos años, y algunos aparecen en las Familias Profesionales del Catálogo Nacional de Cualificaciones:

- Ingeniero Técnico Industrial, rama Electrónica.
- Ciclo Formativo Superior en Electrónica.
- ELEA10 Electricista Industrial, RD 2068/95.
- ELET10 Electrónico de Mantenimiento, RD 336/97.
- FP QUI018-2 Operaciones básicas en planta química, RD 295/2004.
- QUI018\_2 Operaciones básicas en planta química, RD 295/2004.

#### Proyectos y construcción de huertas fotovoltaicas

Se trata de un sector cuyos perfiles profesionales son emergentes y cambiantes, de acuerdo con la manera de evolución del sector. Los perfiles han sido definidos, en parte, por el Catálogo Nacional de Cualificaciones, pero las propias empresas los revisan cada poco tiempo, conforme cambia la organización del trabajo. Hoy por hoy, se destacan tres perfiles base:

#### Ingeniero de proyecto y montaje de planta fotovoltaica

##### Objetivo del puesto

Redacción de proyecto y normas para el montaje. Coordinación de los diferentes profesionales,



suministro de componentes y elementos necesarios para la construcción y montaje de un parque de generación de energía fotovoltaica, cumpliendo las condiciones económicas y de plazos previstas en el contrato de instalación del parque.

#### **Funciones**

- Redacción de proyecto de parque fotovoltaico, en base a solicitud del cliente.
- Cumplir presupuesto y plazos de montaje de parque.
- Resolver problemas de montaje y suministro.
- Hacer cumplir plan de seguridad.
- Planificación logística.

#### **Formación y experiencia**

- Ingeniero Técnico Industrial.
- Software para la redacción de proyectos; software planificación logística.
- Experiencia necesaria: oficina técnica para la redacción y ejecución de proyectos de instalaciones generadoras de electricidad de baja y media tensión.
- Idiomas: inglés, dominio alto para la interacción profesional.

#### **Montador de huertas fotovoltaicas**

##### **Objetivo del puesto**

Montar los diferentes elementos de soporte de los módulos fotovoltaicos, conectarlos en sistema, según esquema, y conectarlos a la red, de acuerdo con las instrucciones definidas en los proyectos de montaje y las pautas y criterios recibidos del responsable de control de conexión a Red.

#### **Funciones**

- Montaje de módulos.
- Conectar el sistema de módulos fotovoltaicos a la red.
- Cumplir y hacer cumplir plan de seguridad.
- Mejora de los procesos de montaje.

#### **Formación y experiencia**

- Formación profesional superior en la especialidad de electro-mecánica.

- Software de control: indicadores y parámetros de errores y funcionamiento.
- Experiencia necesaria: trabajos de montajes eléctricos de instalaciones generadoras de electricidad de baja y media tensión.
- Idiomas: inglés, lectura técnica y comprensión general en situaciones sociales.

#### **Técnico de mantenimiento de huertas fotovoltaicas**

##### **Objetivo del puesto**

Mantenimiento de las condiciones de funcionamiento eficaz y eficiente de los parques de energía fotovoltaica, en el ámbito de actuación de los planes asignados, y de acuerdo a las pautas de los mismos.

#### **Funciones**

- Realización de las actuaciones pautadas en los planes de mantenimiento.
- Garantizar el funcionamiento continuado de instalaciones.
- Reparación rápida de averías.
- Proponer y revisar indicadores de gestión y mejora continua del sistema.

#### **Formación y experiencia**

- Formación profesional superior en la especialidad de electro-mecánica.
- Experiencia necesaria: trabajos de mantenimiento eléctricos de instalaciones generadoras de electricidad de baja y media tensión.
- Idiomas: inglés, lectura técnica y comprensión general en situaciones sociales.

## **9.1.2 Empresas relacionadas con la tecnología de generación eólica de energía**

### **I+D eólica**

Se trata de un sector cuyos perfiles profesionales son análogos a los de industria clásica de cadena de montaje, como las del automóvil. No se considera, por tanto, necesario analizar los

puestos, pues los perfiles han sido definidos hace ya muchos años, y algunos aparecen en las Familias Profesionales del Catálogo Nacional de Cualificaciones:

- Ingeniero industrial superior, especialidad electromecánica.
- Ingeniero industrial superior, especialidad mecánica.
- Ingeniero aeronáutico superior, en aerodinámica y diseño.
- Ingeniero superior en informática.
- IFC304\_3, Sistemas de gestión de información.
- FME039\_3, Diseño de moldes y modelos, RD 295/2004.
- Ciclo Formativo Superior en diseño industrial.

### 9.1.3 Ingeniería eólica

Se trata de un sector cuyos perfiles profesionales son análogos a los de industria clásica de cadena de montaje, como las del automóvil. Los perfiles han sido definidos hace ya muchos años, y algunos aparecen en las Familias Profesionales del Catálogo Nacional de Cualificaciones:

- Ingeniero industrial superior, especialidad electromecánica.
- Ingeniero industrial superior, especialidad mecánica.
- Ingeniero aeronáutico superior, en aerodinámica y diseño.
- Ingeniero técnico industrial, especialidad electromecánica.
- Ingeniero técnico industrial, especialidad mecánica.
- FME037\_3, Diseño de productos de fabricación mecánica.
- FME039\_3, Diseño de moldes y modelos, RD 295/2004.
- QUI021\_3, Ensayos físicos y fisicoquímicos, RD 295/2004.

- QUI245\_3, Organización y control de la transformación de polímeros.

### Fabricación de aerogeneradores

Se trata de un sector cuyos perfiles profesionales son análogos a los de industria clásica de cadena de montaje, como las del automóvil. Los perfiles han sido definidos hace ya muchos años, y algunos aparecen en las Familias Profesionales del Catálogo Nacional de Cualificaciones:

- Ingeniero industrial superior, especialidad electromecánica.
- Ingeniero industrial superior, especialidad mecánica.
- Ingeniero aeronáutico superior, en aerodinámica y diseño.
- Ingeniero técnico industrial, especialidad electromecánica.
- Ingeniero técnico industrial, especialidad mecánica.
- QUI113\_2 Operaciones de transformación de polímeros.
- ELE257\_2 Montaje y mantenimiento de instalaciones eléctricas.
- IMA041\_2 Montaje mecánico de equipo industrial, RD 295/2004.
- FME352\_2 Montaje y puesta en marcha de maquinaria.
- FME033\_2 Mecanizado por procedimientos especiales.
- FME032\_2 Mecanizado por arranque de viruta, RD 295/2004.
- FME035\_2 Soldadura, RD 295/2004.
- FME 186\_3 Producción en fundición y pulvimetalurgia.
- FME187\_3 Producción en mecanizado, conformado y montaje mecánico.
- FMEM60 Preparador-programador máquinas herramienta CNN 2066/95.

## Promoción y gestión de parques eólicos

Se trata de un sector cuyos perfiles profesionales son emergentes y cambiantes, de acuerdo con el tipo de evolución del sector. Los perfiles han sido definidos, en parte, por el Catálogo Nacional de Cualificaciones, pero las propias empresas los revisan cada poco tiempo, conforme cambia la organización del trabajo. Hoy por hoy, se destacan cinco perfiles base:

### Ingeniero de I+D de energías renovables

#### *Objetivo del puesto*

Desarrollar y diseñar instalaciones para el aprovechamiento de energías renovables, desarrollo y montaje de instalaciones y dispositivos, de acuerdo con conocimientos definidos por el conocimiento de una fuente definida de energía renovable, y unos objetivos de eficacia y eficiencia energética acordes con la tecnología disponibles y los criterios económico financieros presupuestados.

Participación en equipos para aprovechar tecnologías disponibles, de acuerdo con las necesidades detectadas en el desarrollo de la técnica de aprovechamiento de la energía renovable concreta. Coordinación de los diferentes profesionales en laboratorios de investigación, suministro de componentes y elementos necesarios para la construcción y montaje de prototipos, o sus partes componentes, para el aprovechamiento de energías renovables, cumpliendo las condiciones económicas y de plazos previstas en el proyecto de investigación.

#### *Funciones*

- Descubrir oportunidades de proyectos de investigación para producir energía eólica.
- Proponer nuevos conceptos de explotación de la energía eólica.
- Coordinar equipos de expertos propios y externos.
- Asesorar a los inversores en investigación eólica.

#### *Formación y experiencia*

- Ingeniero Industrial, especialidad electrotecnia y energía.
- Software específico para diseño y cálculo de instalaciones de generación de electricidad.

- Experiencia necesaria: trabajo en oficina de I+D y en proyectos de investigación sobre generación de energía.
- Idiomas: inglés, con pleno dominio en la conversación y redacción técnica y de negocios.

### Ingeniero de proyectos de energías renovables

#### *Objetivo del puesto*

Desarrollar y diseñar instalaciones para el aprovechamiento de energías renovables, aprovisionamiento y montaje de instalaciones, según unos criterios de potencia definidos previamente, y unos objetivos de eficacia y eficiencia energética acordes con la tecnología disponible y los criterios económico financieros presupuestados.

Redacción definitiva de proyecto de montaje. Coordinación de los diferentes profesionales, suministro de componentes y elementos necesarios para la construcción y montaje de un parque de aerogeneradores, o de otras instalaciones para el aprovechamiento de energías renovables, cumpliendo las condiciones económicas y de plazos previstas en el proyecto de ejecución del montaje del parque. Las actividades incluidas en este apartado son: la dirección del proyecto, la fabricación de las estructuras, la instalación y la colocación de las turbinas (aerogeneradores), y otro tipo de maquinaria o dispositivo para el aprovechamiento de energías renovables.

#### *Funciones*

- Discusión y selección mejores opciones tecnológicas y de coste.
- Presentación de proyectos de viabilidad técnico-económica.
- Redacción de borrador de proyecto de montaje, definiendo etapas, criterios de aprovisionamiento y seguridad, y coste.
- Crear conocimiento y aprovechar oportunidades de innovación.
- Capacitación de colaboradores ingenieros proyectistas.

#### *Formación y experiencia*

- Ingeniero Industrial, especialidad electrotecnia, energía y construcciones civiles, o de Caminos, canales y puertos, especialidad electrotecnia y energía.

- Geotérmica, conocimientos de análisis térmico y de perforación de suelos.
- Software específico para diseño y cálculo de instalaciones de generación de electricidad.
- Experiencia necesaria: trabajo en oficina técnica de ingeniería en proyectos de centrales de generación de energía.
- Idiomas: inglés, con pleno dominio en la conversación y redacción técnica y de negocios.

### Montador de parques eólicos

#### *Objetivo del puesto*

Montar los diferentes elementos de los aerogeneradores y conectarlos a la red, de acuerdo con las instrucciones definidas en los proyectos de montaje y las pautas y criterios recibidos del responsable de montajes.

#### *Funciones*

- Montaje de aerogeneradores.
- Conectar los aerogeneradores a la red.
- Cumplir y hacer cumplir el plan de seguridad.
- Mejora de los procesos de montaje.

#### *Formación y experiencia*

- Formación profesional superior en la especialidad de electro-mecánica.
- Nociones de usuario de software para gestión y control de generación de electricidad.
- Experiencia necesaria: trabajos de montajes eléctricos en altura de aparatos de generación eléctrica.
- Idiomas: inglés, lectura técnica y comprensión general en situaciones sociales.

### Responsable de parques eólicos

#### *Objetivo del puesto*

Obtener de un parque de aerogeneradores eólicos los objetivos de eficacia y eficiencia en el suministro de energía que marcan los planes de implantación del parque.

#### *Funciones*

- Aprovechamiento de la capacidad del parque.
- Optimizar el suministro a la red de la energía generada.

- Mejora de la eficiencia.
- Hace cumplir las normas de seguridad y salud laboral.
- Mejora continua.

#### *Formación y experiencia*

- Ingeniero Técnico Industrial, especialidad electro-mecánica.
- Software específico para gestión y control de generación de electricidad.
- Gestión y mantenimiento de instalaciones para la generación de electricidad.
- Idiomas: inglés, a nivel de lectura técnica y comprensión general en situaciones sociales.

### Operación y mantenimiento de parques eólicos

#### *Objetivo del puesto*

Encargado del funcionamiento eficaz de los elementos montados y del mantenimiento óptimo del sistema. Sigue instrucciones del responsable del parque y le informa de las incidencias.

Mantenimiento de las condiciones de funcionamiento eficaz y eficiente de los parques eólicos en el ámbito de actuación de los planes asignados, y de acuerdo a las pautas de los mismos.

#### *Funciones*

- Realización de las actuaciones pautadas en los planes de gestión.
- Asegurar el funcionamiento continuo de instalaciones (propias y compartidas en red).
- Realizar, dentro de las instrucciones recibidas, pequeñas reparaciones.
- Proponer y revisar indicadores y mejora continua del sistema.

#### *Formación y experiencia*

- Formación profesional superior en la especialidad de electromecánica.
- Software a nivel usuario de control de instalaciones electromecánicas.
- Experiencia necesaria: trabajos de montajes y reparación de dispositivos generadores de electricidad. Pequeñas reparaciones de rotores y transmisiones de movimiento

circular. Uso de dispositivos electrónicos de control.

- Idiomas: inglés, lectura técnica y comprensión general en situaciones sociales.

## 9.1.4 Fabricación e instalación de paneles solares térmicos

### Fabricación de paneles solares térmicos

Se trata de un sector que puede fabricar en condiciones de artesanía, en cuyo caso se trataría de perfiles profesionales análogos a los de pequeñas industrias del plástico y metal, o de industrias clásicas de montaje pautado, con utilización de maquinaria de soldadura y vacío. En ambos casos, se trata de perfiles definidos hace ya muchos años, y que aparecen en las Familias Profesionales del Catálogo Nacional de Cualificaciones:

- Ingeniero técnico industrial, especialidad climatización.
- FMEL30 Carpintero metálico y de PVC, RD 85/97.
- IMA367\_1 Operaciones de fontanería y calefacción, RD 182/2008.
- FMEL70 Soldador de tuberías y recipientes de alta presión, RD 88/97.

### Instalación y mantenimiento de paneles solares térmicos

Se trata de un sector cuyos perfiles profesionales son emergentes y cambiantes, de acuerdo con el tipo de evolución del sector. Los perfiles han sido definidos, en parte, por el Catálogo Nacional de Cualificaciones, pero las propias empresas los revisan cada poco tiempo, conforme cambia la organización del trabajo. Hoy por hoy, se destacan tres perfiles base:

#### Ingeniero de proyecto y montaje de energía solar térmica

##### *Objetivo del puesto*

Redacción del proyecto de integración de tecnologías de suministro energético y plan y normas para el montaje. Propuesta de integración arquitectónica de la instalación. Coordinación de los diferentes profesionales, suministro de

componentes y elementos necesarios para la construcción y montaje de la instalación sanitaria y de climatización, cumpliendo las condiciones económicas y de plazos previstas en el contrato de instalación.

##### *Funciones*

- Redacción de proyecto sanitario y de climatización, en base a solicitud del cliente.
- Proyecto de montaje e instrucciones de obra.
- Coordinar trabajos para cumplir presupuesto y plazos de montaje de la instalación.
- Resolver problemas de montaje y suministro.
- Hacer cumplir plan de seguridad.

##### *Formación y experiencia*

- Ingeniero Técnico Industrial o Arquitecto Técnico, especialización en climatización.
- Software para proyectos. Software de planificación logística.
- Experiencia necesaria: oficina técnica para la redacción y ejecución de proyectos de instalaciones de climatización y fontanería sanitaria en edificios.
- Idiomas: inglés, dominio alto para la interacción profesional.

#### Montador de energía solar térmica

##### *Objetivo del puesto*

Montar los diferentes elementos de soporte de los captadores de energía, conectarlos al sistema de fontanería, según esquema, y, en su caso, conectarlos a las máquinas de absorción, de acuerdo con las instrucciones definidas en los proyectos de montaje y las pautas y criterios recibidos del responsable de obra.

##### *Funciones*

- Montaje de módulos captadores de energía solar térmica.
- Conectar el sistema a las instalaciones específicas: agua sanitaria, calefacción y climatización.
- Cumplir y hacer cumplir el plan de seguridad.
- Mejora de los procesos de montaje.

**Formación y experiencia**

- Formación profesional superior en la especialidad de Instalaciones de Fluidos, Térmicos y Manutención (frío, calor y climatización).
- Experiencia necesaria: trabajos de montajes de fontanería en altura.
- Idiomas: inglés, lectura técnica y comprensión general en situaciones sociales.

**Técnico en mantenimiento de energía solar térmica****Objetivo del puesto**

Mantenimiento de las condiciones de funcionamiento eficaz y eficiente de las instalaciones de energía solar térmica, en el ámbito de actuación de los contratos de mantenimiento, y de acuerdo a los protocolos pactados.

**Funciones**

- Realización de las actuaciones pautadas en los planes de mantenimiento.
- Cuidar del funcionamiento continuado de instalaciones.
- Reparación de averías.
- Proponer indicadores de seguridad y mejora del sistema.

**Formación y experiencia**

- Formación profesional superior en la especialidad de Instalaciones de Fluidos, Térmicos y Manutención (frío, calor y climatización).
- Climatización de piscinas. Seguridad y salud laboral.
- Experiencia necesaria: trabajos de montajes de instalaciones solares térmicas.
- Idiomas: inglés, lectura técnica y comprensión general en situaciones sociales.

**Instalaciones geotérmicas**

Se trata de un sector cuyos perfiles profesionales son emergentes y cambiantes, de acuerdo con el tipo de evolución del sector. Hoy por hoy, se destacan dos perfiles base:

**Ingeniero de proyecto y montaje de energía geotérmica****Objetivo del puesto**

Evaluación térmica de los suelos y propuestas de

perforación. Redacción de proyecto de integración de tecnologías de suministro energético y plan y normas para el montaje. Propuesta de integración arquitectónica de la instalación. Coordinación de los diferentes profesionales, perforación de tierras, suministro de componentes y elementos necesarios para la construcción y montaje de la instalación de aprovechamiento térmico y de climatización, conexión a la fontanería de obra y a los sistemas de circulación de fluidos para climatización, cumpliendo las condiciones económicas y de plazos previstas en el contrato de instalación.

**Funciones**

- Redacción de proyecto de perforación de tierra e intercambio térmico, en base a los requerimientos de proyecto sanitario y de climatización del cliente.
- Proyecto de montaje e instrucciones de obra.
- Coordinar trabajos para cumplir presupuesto y plazos de montaje de la instalación.
- Resolver problemas de montaje y suministro.
- Hacer cumplir el plan de seguridad.

**Formación y experiencia**

- Ingeniero Industrial, especialización en geotérmica o climatización.
- Software para proyectos. Software de planificación logística.
- Experiencia necesaria: oficina técnica para la redacción y ejecución de proyectos de instalaciones de climatización basados en energía geotérmica.
- Idiomas: inglés, dominio alto para la interacción profesional.

**Montador de energía geotérmica****Objetivo del puesto**

Montar los diferentes elementos de fontanería captadores de energía geotérmica, conectarlos al sistema de climatización según esquema y, en su caso, a las bombas de calor y sistemas de control, de acuerdo con las instrucciones definidas en los proyectos de montaje y las pautas y criterios recibidos del responsable de obra.

**Funciones**

- Montaje de fontanería y aparatos intercambiadores de calor, de conformidad al proyecto de

perforaciones y especificaciones de la bomba de calor y de agua.

- Conectar el sistema a las instalaciones específicas: agua sanitaria, calefacción y climatización.
- Cumplir y hacer cumplir el plan de seguridad.
- Mejora de los procesos de montaje.

#### **Formación y experiencia**

- Formación profesional superior en la especialidad de Instalaciones de Fluidos, Térmicos y Manutención (frío, calor y climatización).
- Formación técnica específica: energía geotérmica.
- Experiencia necesaria: trabajos de montajes de fontanería.
- Idiomas: inglés, lectura técnica y comprensión general en situaciones sociales.

## 9.1.5 Explotación de la biomasa

Se trata de un sector que utiliza el calor de combustión de la biomasa para accionar un sistema clásico de turbina de vapor que mueve un generador eléctrico. Se trata de perfiles definidos hace ya muchos años el sector de la energía. No obstante, dado el alto grado de automatización de estas instalaciones, y su conexión con servicios públicos de limpieza de montes y selvicultura, o de recogida de residuos agrícolas, se ha creído necesario recogerlos en este estudio.

#### **Jefe de planta de biomasa: desarrollo curricular**

##### **Objetivo del puesto**

Obtener la optimización de las instalaciones de la planta de biomasa, consiguiendo un funcionamiento permanente de la misma, una relación entre la biomasa y los kilovatios generados de acuerdo con los estándares de rendimiento técnico presupuestados. Velar por la seguridad de las instalaciones y de todas las personas que allí trabajan.

##### **Funciones**

- Responsable del correcto funcionamiento de la planta.

- Supervisa el trabajo del personal de operaciones y mantenimiento.
- Responsable de la seguridad de la planta y del trabajo.
- Responsable de la calidad de los procesos del ciclo, y de su mejora.

#### **Formación y experiencia**

- Ingeniero Técnico Industrial, especialidad electricidad.
- Software de producción termo-eléctrica.
- Experiencia necesaria: mantenimiento de instalaciones de producción en ciclo continuo, y almacenaje y acarreo de residuos orgánicos forestales.
- Idiomas: inglés, dominio en conversación técnica y de negocios.

#### **Técnico de mantenimiento de planta de biomasa**

##### **Objetivo del puesto**

Bajo supervisión, optimizar las instalaciones de la planta de biomasa, de acuerdo a los estándares de rendimiento que se marcan; control del funcionamiento permanente de la planta, de acuerdo con los indicadores y mediciones pautadas. Seguir las instrucciones del plan de seguridad de las instalaciones, y hacerlas cumplir por el personal de almacén.

##### **Funciones**

- Mantenimiento y reparación de las instalaciones (eléctricas o calderería de ciclo).
- Colaborar para la mejora de las instrucciones técnicas de los procesos del taller de mantenimiento y reparaciones.
- Cooperar con técnicos de otras especialidades en los trabajos mecánicos.
- Formar al personal de operaciones en los detalles del mantenimiento preventivo.

#### **Formación y experiencia**

- Formación profesional superior electricista.
- Experiencia necesaria: mantenimiento de instalaciones de producción de vapor para electricidad: caldera de combustión y turbinas generadoras.

- Idiomas: inglés, lectura técnica y comprensión general en situaciones sociales.

#### Operador de almacén de biomasa: desarrollo curricular

##### *Objetivo del puesto*

La profesión "Operador de planta de biomasa", es polivalente y son numerosas las tareas a realizar. Su situación dota al operador de variados conocimientos sencillos que suponen transversalidad media en operaciones de alimentación y mantenimiento específico de estas plantas.

##### *Funciones*

- Manejos de la maquinaria relacionada con el almacenamiento de la materia prima agrícola.
- Almacenamiento y cuidado de la materia prima agrícola y forestal.
- Mantenimiento preventivo de primer nivel de los vehículos de acarreo, y del orden y limpieza de las instalaciones de almacén y secado de biomasa.

##### *Formación*

Formación profesional agraria o forestal, con especialización en vehículos agrícolas: manejo y mantenimiento elemental. Experiencia necesaria: no imprescindible.

## 9.1.6 Fabricación de biocombustibles

Se trata de un sector cuyos perfiles profesionales son análogos a los de industria química de plantas de transformación en ciclo de proceso continuo de bio-alcoholes, y en procesos de la industria alimentaria, como la fabricación de cervezas. Los perfiles básicos: niveles 1, 2 y 3 del CNCP han sido definidos hace años, y algunos aparecen en las Familias Profesionales del Catálogo Nacional de Cualificaciones:

- Ingeniero superior agrícola, especialidad agroindustria.
- QUI\_1 Operaciones auxiliares y de almacén en industrias y laboratorios químicos.
- QUI018\_2 Operaciones básicas en planta química.
- IMA378\_3 Planificación, gestión y realización

de mantenimiento y supervisión de sistemas de distribución de fluidos, RD 182/2008.

No obstante, el esfuerzo por diseñar plantas compactas, para acercar las instalaciones a las zonas de recogida de la materia prima, evitando pérdidas por deterioro, y sobre todo abaratando los costes de transporte y almacenamiento, y la valorización de las habilidades logísticas para su posterior incorporación a la industria de hidrocarburos, donde adquieren su finalidad de energía renovable, da a los perfiles contenidos idiosincrásicos emergentes y cambiantes. Hoy por hoy, se destacan dos perfiles:

#### Responsable de producción de biocarburantes

##### *Objetivo del puesto*

Se responsabiliza de un grupo regional de plantas, con el objetivo de elevar la competencia técnica de las mismas y abrir nuevas oportunidades de mejora de la eficiencia y la calidad; desarrollar el diseño y la creatividad en nuevos procesos, introducir las innovaciones en la tecnología de la destilación y gasificación orgánicas y, asimismo, conseguir que se mejoren los procesos y organización de las plantas bajo sus órdenes. Para ello deberá:

- Asignar objetivos y recursos a sus colaboradores: responsables de planta y staff. Coordinación de las interfases principales entre plantas de producción y distribución.
- Dirige la I+D de producción.
- Informa de los planes de nuevos productos.
- Informa de las propuestas y estudios de viabilidad de inversiones. Se responsabiliza de la seguridad de la distribución, coordinando a los transportistas.

##### *Funciones*

Planificar, organizar y controlar la producción de aceites o alcoholes orgánicos de varias plantas.

- Planificar y rentabilizar nuevas inversiones y mejoras.
- Mejora continua de las plantas de producción.
- Formar y desarrollar el personal de línea de producción y staff.
- Garantizar logística de suministros.



- Garantizar logística y seguridad de distribución.

#### **Formación**

- Ingeniero Superior Agrícola, especialidad Agroindustria.
- Química orgánica: Aceites y Alcoholes (destilación y refino).
- Logística de distribución.
- Pleno dominio del inglés en conversación técnica y de negocios.
- Experiencia necesaria: dirección de instalaciones de producción en ciclo continuo; laboratorio de calidad y desarrollo de bioetanol y biodiésel.
- Experiencia deseable: dirección logística de distribución de sustancias líquidas peligrosas.

#### **Jefe de planta de biocarburantes**

##### **Objetivo del puesto**

Responsable del correcto funcionamiento de la planta de fabricación de biocombustibles, que supervisa el trabajo del personal de operaciones y mantenimiento. Es responsable de la seguridad de la planta y del trabajo; de la calidad de los procesos del ciclo continuo, y de su mejora.

##### **Funciones**

- Cumplir los planes de producción: fases y objetivos.
- Optimizar las instalaciones de la planta.
- Asegurar la calidad de los productos y los procesos.
- Proponer mejoras en los procesos y la planta.
- Mantener la seguridad.

##### **Formación**

- Ingeniero Técnico Agrícola, especialidad Agroindustria, o Industrial-Químico.
- Química orgánica: Aceites y Alcoholes (destilación y refino).
- Organización de la producción: ciclo continuo industrias químicas.
- Pleno dominio del inglés en conversación técnica y de negocios.

- Experiencia necesaria: mantenimiento de instalaciones de producción en ciclo continuo; laboratorio de calidad y desarrollo de agroindustria.
- Experiencia deseable: mando y dirección de equipos polivalentes de mecánicos.

# 10 Conclusiones

## 10.1 SITUACIÓN EMPRESARIAL DEL SECTOR

Los resultados de la encuesta realizada a más de 900 empresas nos permiten dibujar el escenario sectorial de forma precisa, tanto en lo relativo al perfil de las empresas como en lo relativo a la cuantificación y caracterización del empleo existente en los diversos subsectores de las energías renovables en el marco del escenario energético existente en 2010.

El grado de cumplimiento en 2009 respecto a los objetivos del PER en 2010, puede resumirse en tres cifras: cumplimiento del 79% en consumo de energía primaria, del 81,2% respecto a producción de electricidad, y del 39,9% respecto al consumo de biocarburantes. Es en el sector eléctrico donde se ha producido una mayor penetración de las energías renovables. En el año 2009 las energías renovables cubrieron un 26% de la demanda eléctrica total. La situación en el año 2009 ha estado caracterizada por la baja demanda de energía, las energías del régimen especial sin embargo han aumentado su producción un 18,3%. Los diferentes decretos han supuesto dos efectos contradictorios. Inicialmente fueron un estímulo para el desarrollo de las energías renovables, luego regularon el sector con criterios limitativos que frenaron su expansión.

La mayor parte de las empresas encuadradas en el sector de energías renovables se adscriben a cuatro campos de actuación: solar fotovoltaico: 54,6%, solar térmico: 41,8%, eólico: 24,4% y biomasa: 22,1%. Las empresas de mayor tamaño se ubican principalmente en los subsectores eólico y solar fotovoltaico; también, en menor medida, en biomasa. Más de tres cuartas partes de las empresas son totalmente independientes. Pero las mayores en términos de empleo son multinacionales de diverso tipo. Respecto a 2007, el grueso de las actividades de mayor peso se mantiene constante. Las que experimentan mayor crecimiento son desarrollo de proyectos, construcción e I+D+i (se triplica el número de empresas que declaran realizar investigación).

Como respuesta defensiva frente a la incertidumbre asociada a la crisis económica, los cambios en las normas y el desconocimiento respecto a las medidas de política energética que se adoptarán a partir de 2011, el 64,4%, de las empresas manifiestan que no tienen prevista ninguna inversión. Esta situación contrasta

con las cifras de 2007 en las que cerca de un 60% de las empresas expresaban su intención de realizar inversiones.

En el 94% de las empresas observadas la plantilla no supera los/as 50 trabajadores/as. El 1,5% de las empresas tienen más de 250 trabajadores y sin embargo, representan un importantísimo porcentaje del volumen total de empleo.

En el caso de las empresas cuyas memorias han sido analizadas podemos avanzar que mantienen niveles de productividad muy elevados, de un promedio de 395.720 euros por trabajador. Este índice es muy superior al promedio de la economía. Es un sector exportador: un 27,9% de sus ventas en el exterior, frente a un 13,8% del promedio de la economía en su conjunto. Se detecta un mayor esfuerzo en investigación, desarrollo e innovación que en el promedio de la economía. El gasto en I+D+i de estas 22 empresas es un 1,63%, frente al 1,27% del promedio de la economía, es decir, mantienen un esfuerzo inversor un 28,35% superior.

## 10.2 INVESTIGACIÓN, CONOCIMIENTO Y FORMACIÓN

La cualificación profesional es una de las claves para el desarrollo de las energías renovables, lo mismo puede afirmarse del esfuerzo en investigación e innovación en el sector, por ello hemos analizado detalladamente estos factores.

Las habilidades profesionales necesarias para el desarrollo de las energías renovables se pueden obtener con la actualización profesional del personal cualificado de las industrias existentes. La estructura de cualificaciones en el sector nos permite concluir que el nivel de cualificación medio de las plantillas es superior al del sector industrial en su conjunto. La formación se ha convertido en una actividad estratégica para el futuro de las energías renovables. La cooperación universidad-empresa, permite nuevos cursos postgrado de especialización para técnicos en ejercicio, igualmente la cooperación existente entre los centros de Formación Profesional y la Universidad permitirá transmitir estas experiencias a los cursos de especialización de la FP.

Las empresas más grandes del sector fomentan, directa o indirectamente, la creación de empresas de ingeniería, tanto en el ámbito de la realización y ejecución de proyectos, como en I+D. A efectos de apropiación del conocimiento, los fabricantes proporcionan servicio de mantenimiento centralizado de los parques vendidos. En el sector se da un índice alto de investigación cooperativa, con proveedores, otras empresas de sectores diferentes, incluso competidores nacionales y de otros países, y con universidades e institutos de investigación.

## 10.3 EL EMPLEO EN LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN 2010

**Número de empleos:** el volumen de trabajadores/as dedicados/as a energías renovables en España se estima en torno a 70.152 (empleo directo). El empleo indirecto se estima en 45.570. Por tanto, el total de empleos directos e indirectos asociados a las energías renovables es de 115.722 en 2010.

### Empleo existente en cada una de las energías analizadas

Tabla 10.1. Distribución de empleos por subsectores de actividad

	Empleos totales	Porcentaje
Eólico	30.651	43,6
Solar fotovoltaico	19.552	27,9
Solar térmico	6.757	9,6
Actividades comunes a todos los subsectores	4.263	6,1
Biomasa	3.191	4,5
Incineración de residuos	1.415	2
Hidráulica y mini hidráulica	1.078	1,5
Biocarburantes	964	1,4
Biogás	664	0,9
Solar termoeléctrico	511	0,7
Geoterminia	415	0,6
Otros	268	0,4
Aeroterminia (bomba de calor)	184	0,3
Mini eólico	165	0,2
Energías del mar	74	0,1
<b>Total</b>	<b>70.152</b>	<b>100</b>

Fuente: elaboración propia

Tabla 10.2. Distribución del empleo indirecto generado por subsectores de actividad

	Empleo directo	Empleo indirecto	Empleo total
Eólico	30.651	24.521	55.172
Solar fotovoltaico	19.552	8.798	28.350
Solar térmico	6.757	3.041	9.798
Actividades comunes a todos los subsectores	4.263	2.718	6.981
Biomasa	3.191	2.808	5.999
Incineración de residuos	1.415	637	2.052
Hidráulica y mini hidráulica	1.078	485	1.563
Biocarburantes	964	988	1.952
Biogás	664	681	1.345
Solar termoeléctrico	511	307	818
Geotermia	415	162	577
Otros	268	171	439
Aerotermia (bomba de calor)	184	83	267
Mini eólico	165	132	297
Energías del mar	74	38	112
<b>Total</b>	<b>70.152</b>	<b>45.570</b>	<b>115.722</b>

Fuente: elaboración propia

Tabla 10.3. Distribución de los empleos por actividades

	Empleos totales	Porcentaje
Fabricación de equipos	26.387	37,6
Construcción e instalación	11.840	16,9
Desarrollo de proyectos y servicios	12.834	18,3
Comercialización, venta de equipos	7.228	10,3
I+D+i	3.185	4,5
Operación y mantenimiento	8.395	12,0
Formación	283	0,4
<b>Total</b>	<b>70.152</b>	<b>100</b>

Fuente: elaboración propia

**Distribución de los empleos por tamaño de empresa:** el mayor volumen de empleo se concentra en las empresas mayores de 1.000 trabajadores/as (38,7% del total de trabajadores/as). Las empresas de entre 11-50 y 251-1.000 trabajadores/as también aportan un número importante al sector, alrededor del 19,0%. Las empresas más pequeñas, a pesar de tener una presencia numérica superior al 68,8% sobre el conjunto, sólo representan un 9,8% de los empleos.

**Empleos por tipo de empresa:** el 70% de los empleos se concentra en empresas multinacionales de distinto origen, lo que muestra el grado de internacionalización del sector. Las multinacionales españolas son las que tienen mayor volumen de trabajadores/as, con el 34,1% sobre el empleo total; las empresas independientes agrupan el 30,9% del empleo en energías renovables.

**I+D+i:** el 20% de las empresas dedica a parte de su personal a estas tareas. Un 13% tiene un departamento propio de I+D+i. Este porcentaje se incrementa al aumentar el tamaño de la empresa. Los departamentos de I+D+i contribuyen al empleo con un total estimado de 3.185 trabajadores/as. La presencia de las mujeres en estas divisiones es algo más elevada que la media general. Los datos obtenidos del estudio de las 22 empresas más representativas del sector indican que éstas

registran un nivel de gastos en I+D+i sobre el PIB sensiblemente superior al del resto de la economía. Según datos de 2009 el esfuerzo que estas empresas destinan a I+D+i sobre su PIB es el 1,63% del PIB, mientras que este promedio para el conjunto de la economía española es el 1,27%. Hay que recordar que las empresas consideradas son, con mucha probabilidad, las que mayor esfuerzo inversor en I+D+i están realizando dentro del sector de las energías renovables.

**Evolución del empleo:** casi un 43% de las empresas indican que han experimentado un crecimiento continuo de sus plantillas. Un 25% de las empresas ha sufrido los efectos de la crisis sectorial, resultante tanto de la situación económica como de los cambios en la normativa, y han reducido el número de empleados/a. La crisis ha incidido de manera desigual en las diferentes empresas, afectando especialmente a las pequeñas de menos de 10 trabajadores/as. Entre las grandes empresas, el descenso del empleo de algunas de ellas se ha visto compensado con el aumento de otras. Los subsectores más afectados han sido: solar térmico, solar fotovoltaico, geotermia, y las actividades comunes a todos los sectores. Sin embargo, los subsectores eólico, solar termoeléctrico, biomasa, biocarburantes, hidráulica, mini hidráulica y biogás, aparentemente han sufrido la crisis más atenuada.

**Expectativas futuras:** casi el 70% de los/as entrevistados/as opina que se mantendrán estables en términos de empleo en los próximos años. Un 27% piensa que experimentarán un crecimiento continuado.



## 10.4 CARACTERÍSTICAS DEL EMPLEO GENERADO

**Tipo de contratación:** el 83,7% del personal tiene contrato indefinido, el 14,1% contratos eventuales, 0,9% de Formación/Prácticas y 1,2% son trabajadores autónomos/as. Estas cifras deben matizarse teniendo en cuenta la probable existencia de un alto grado de subcontratación –compartido con amplios sectores de la economía–, que oculta empleos de muy distinta naturaleza. Los trabajadores con menor cualificación profesional tienen una mayor proporción de contratos temporales; entre los/as auxiliares (obreros/as no cualificados/as) la cifra de temporalidad llega casi hasta el 38%. La precariedad laboral se incrementa a medida que las empresas aumentan de tamaño hasta llegar a las de más de 1.000 trabajadores/as que rompen la tendencia, ya que cuentan con un elevado porcentaje de personal con un puesto fijo de trabajo.

**Género:** las mujeres representan un total estimado de 18.449 trabajadoras, un 26,3% del total de empleos. Este porcentaje es inferior al del conjunto de la economía y similar al del conjunto de la industria. Su distribución por departamentos reproduce en gran medida el rol tradicionalmente asignado al trabajo femenino: cerca de un 64% de los empleos se sitúan en el departamento de administración. Su menor representación se observa en los trabajos relacionados con la producción industrial y la instalación.

**Cualificación profesional:** cerca del 55% de los trabajadores son Técnicos/as o Titulados/as superiores. Casi una cuarta parte está compuesta por Técnicos/as Medios (entre los que se ha incluido el personal Administrativo) y los Oficiales/as (obrero/a cualificado/a).

## 10.5 PREVISIONES DE EMPLEO 2015 Y 2020

Según el escenario planteado por el Gobierno (22,7% de cobertura de la demanda final mediante fuentes renovables) en 2015 el sector generaría aproximadamente 82.589 empleos directos, y 128.373 en 2020. El desglose de las previsiones de empleo por tecnologías es el siguiente:

**Tabla 10.4. Previsiones de empleo por tecnologías: 2015**

	Potencia instalada	Potencia acumulada	Empleo fab. e inst.	Empleo O y M	Empleo total
Eólico (MW)	1.531	27.997	18.048	3.386	21.434
Hidráulica (MW)	50	16.349	4.016	118	4.134
Solar térmico (miles m <sup>2</sup> )	658	4.902	12.259	1.727	13.986
Solar termoeléctrico (MW)	301	3.048	913	370	1.283
Solar fotovoltaico (MW)	365	5.918	30.255	3.362	33.617
Biomasa (MW)	42	620	732	1.574	2.306
Biocarburante (ktep)	190	2.470	294	822	1.116
Biogás (MW)	15	220	909	59	968
Geotermia (ktep)	1	5	616	25	641
Incineración de residuos (MW)	12	125	1.214	1.890	3.104
	<b>Empleo</b>	<b>Total</b>	<b>69.257</b>	<b>13.333</b>	<b>82.589</b>

Fuente: elaboración propia

Tabla 10.5. Previsiones de empleo indirecto por tecnologías: 2015

	Empleo directo	Empleo indirecto	Empleo total
Eólico	21.434	17.147	38.581
Hidráulica	4.134	1.860	5.994
Solar térmico	13.986	6.294	20.280
Solar termoeléctrico	1.283	770	2.053
Solar fotovoltaico	33.617	15.128	48.745
Biomasa	2.306	2.029	4.335
Biocarburante	1.116	1.144	2.260
Biogás	968	992	1.960
Geotermia	641	250	891
Incineración de residuos	3.104	1.397	4.501
	<b>82.589</b>	<b>47.011</b>	<b>129.600</b>

Fuente: elaboración propia

Tabla 10.6. Previsiones de empleo por tecnologías: 2020

	Potencia instalada	Potencia acumulada	Empleo fab. e inst.	Empleo O y M	Empleo total
Eólico (MW)	2.181	38.000	25.713	4.596	30.309
Hidráulica (MW)	73	16.662	5.863	120	5.983
Solar térmico (miles m <sup>2</sup> )	1.322	10.000	24.657	3.523	28.180
Solar termoeléctrico (MW)	487	5.079	1.476	617	2.093
Solar fotovoltaico (MW)	587	8.367	40.873	6.654	47.527
Biomasa (MW)	101	1.000	1.767	2.537	4.304
Biocarburante (ktep)	225	3.500	348	1.164	1.513
Biogás (MW)	63	400	3.819	108	3.927
Geotermia (ktep)	1	9	385	45	430
Incineración de residuos (MW)	13	187	1.285	2.823	4.108
	<b>Empleo</b>	<b>Total</b>	<b>106.186</b>	<b>22.188</b>	<b>128.373</b>

Fuente: elaboración propia

Tabla 10.7. Previsiones de empleo indirecto por tecnologías: 2020

	Empleo directo	Empleo indirecto	Empleo total
Eólico	30.309	24.247	54.556
Hidráulica	5.983	2.692	8.675
Solar térmico	28.180	12.681	40.861
Solar termoeléctrico	2.093	1.256	3.349
Solar fotovoltaico	47.527	21.387	68.914
Biomasa	4.304	3.788	8.092
Biocarburante	1.512	1.550	3.062
Biogás	3.927	4.025	7.952
Geotermia	430	168	598
Incineración de residuos	4.108	1.849	5.957
	<b>128.373</b>	<b>73.642</b>	<b>202.015</b>

Fuente: elaboración propia

Según estas estimaciones, en 2015 las energías renovables crearían un total de 82.589 empleos directos aproximadamente, 12.437 empleos más que los existentes al comienzo de 2010. Esto representa un 17,7% más en términos de empleo. El sector que más empleo tiene es el sector fotovoltaico seguido del eólico y el solar térmico, por lo que el sector fotovoltaico superaría al eólico en número de empleos invirtiendo el orden actual.

En 2020 el sector de las energías renovables generaría 128.373 empleos directos, que representa un crecimiento respecto al empleo en 2010 del 83%.





[www.idae.es](http://www.idae.es)

**IDAE:** Calle Madera 8, 28004, Madrid, Tel.: 91 456 49 00, Fax: 91 523 04 14  
mail: [comunicacion@idae.es](mailto:comunicacion@idae.es)



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE INDUSTRIA, TURISMO  
Y COMERCIO

