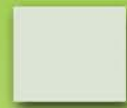




# ESTUDIO



## EL AUTOCONSUMO ENERGÉTICO Y LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA RENOVABLE COMO YACIMIENTO DE EMPLEO



# EL AUTOCONSUMO ENERGÉTICO Y LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA RENOVABLE COMO YACIMIENTO DE EMPLEO

Autoras:

Begoña María-Tomé Gil

Sara Pérez Díaz



UNIÓN EUROPEA  
FONDO SOCIAL EUROPEO  
*El FSE invierte en tu futuro*



“EL FONDO SOCIAL EUROPEO invierte en tu futuro”

## Índice

1. Presentación .....	3
2. Objetivos y alcance .....	4
3. Metodología .....	5
4. Marco político y normativo .....	6
5. Modelo actual .....	12
6. Modelo distribuido .....	25
7. Escenarios de energía y empleo .....	33
8. Beneficios ambientales y socioeconómicos derivados .....	43
9. Estudios de caso .....	47
10. Propuestas de medidas para alcanzar los objetivos .....	59
11. Resultados y conclusiones .....	64
12. Bibliografía .....	67
13. Anexo: Experiencias de interés .....	71

## 1. Presentación

El estudio “El autoconsumo energético y la generación distribuida renovable como yacimiento de empleo” ha sido realizado por el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS) de Comisiones Obreras. Se trata de una acción cofinanciada por el Fondo Social Europeo dentro del programa “Emplea Verde” gestionado por la Fundación Biodiversidad dependiente del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

En el contexto socioeconómico actual la elaboración de diagnósticos y propuestas para la reactivación de determinados sectores económicos cobra una importancia primordial. El sector de las energías renovables ha sido en los últimos años uno de esos sectores donde confluían no sólo la creación de tejido industrial y empleo sino la mejora de factores como la balanza comercial española, la autonomía energética y la disminución de las emisiones de CO2 y de otros impactos ambientales. ISTAS analizó en estudios realizados en 2008 y 2010 el empleo existente entonces y la potencialidad de generación de nuevos empleos en escenarios a 2020.

Actualmente el desarrollo de las energías renovables se ha visto afectado por medidas regulatorias que han puesto en riesgo la viabilidad de las instalaciones existentes y limitado su desarrollo futuro. Sin embargo, va abriéndose camino la idea de que algunas tecnologías ya son competitivas para consumidores domésticos y empresas con respecto a los precios de la electricidad, y que favorecer el autoconsumo y la energía distribuida a partir de energías renovables reactivaría este sector de la industria nacional y generaría un número importante de empleos. El estudio de ISTAS realiza un diagnóstico de la situación, estima el empleo que se podría crear en un escenario de apoyo y realiza algunas propuestas para su desarrollo, lo que sin duda coadyuvará a que se impulse este tipo de generación energética por el que CCOO apuesta.

Pedro J. Linares Rodríguez  
Secretario Confederal de Salud Laboral y Medio Ambiente de CCOO



## 2. Objetivos y alcance

El objetivo principal del estudio es analizar y cuantificar la creación de empleo asociado a la generación de energía eléctrica mediante un modelo distribuido y renovable. Se quiere validar la hipótesis inicial de que el impulso de la generación de energía de forma distribuida, ofrece una oportunidad para crear empleo, al tiempo que reduce los costes del sistema y los impactos ambientales y sociales del mismo.

Como objetivos secundarios, el estudio pretende:

- Analizar los beneficios medioambientales derivados del modelo de generación eléctrica distribuida y renovable, en términos de emisiones evitadas de gases de efecto invernadero y contaminantes y ahorros de energía.
- Sensibilizar sobre la necesidad de impulsar cambios hacia una mayor sostenibilidad de los actuales modelos de producción eléctrica y las oportunidades de creación de empleo asociadas a los cambios propuestos.
- Identificar casos de éxito y buenas prácticas en el contexto nacional.
- Examinar cuáles son las principales barreras e incentivos para la instalación de energía renovable en forma distribuida en nuestro país.
- Formular propuestas y recomendaciones políticas para impulsar la creación de empleo en el desarrollo de la generación distribuida y el autoconsumo energético.

El estudio se centra en el sector eléctrico y en las tecnologías de fuentes renovables que actualmente ya se están instalando de forma distribuida, para poder realizar el cálculo de empleo en base a cifras reales: generación eólica, solar fotovoltaica, biomasa y biogás. ■

### 3. Metodología

Para alcanzar los objetivos de este estudio se han utilizado distintas herramientas metodológicas.

En primer lugar se ha realizado un trabajo de revisión bibliográfica que incluye el estudio de:

- El marco político y normativo aplicable en el ámbito europeo y español. También se han contemplado algunas referencias significativas en la generación de energía distribuida y el autoconsumo de países europeos (como Alemania, Reino Unido, Italia...).
- Investigaciones y estudios precedentes sobre la generación de empleo en el sector de las energías renovables y en la generación de energía distribuida y el autoconsumo.
- Artículos, informes y monografías sobre cada una de las tecnologías en las que se centra el estudio: energía solar fotovoltaica, minieólica, biomasa y biogás.

En la consulta de fuentes de información secundarias, se ha constatado que existe muy poca bibliografía centrada en la generación de energía distribuida, sobre todo a nivel estatal. Esta relativa falta de información bibliográfica ha añadido valor e importancia a las otras fuentes de información mediante las entrevistas a expertos y los estudios de caso realizados.

Se han realizado entrevistas a expertos del sector, que incluyen representantes de empresas del sector, centros tecnológicos, de investigación y universidades, asociaciones empresariales y sindicales y organizaciones sociales y ecologistas.

Las entrevistas se han llevado a cabo a lo largo de todo el estudio, y en algunos casos se han realizado en la fase de recogida de información y reiterado en la validación de los datos obtenidos.

Además se han desarrollado tres estudios de caso en profundidad. El objetivo de estos estudios es la obtención de datos cuantitativos y cualitativos sobre empleo e inversiones en instalaciones características y conocer la experiencia concreta de las empresas existentes y las administraciones que quieren impulsar las energías renovables bajo un modelo distribuido.

Se eligieron tres casos que abarcan diferentes tecnologías (la biomasa eléctrica, la energía solar fotovoltaica y la eólica de pequeña potencia), aplicaciones (una planta de pequeño tamaño o instalaciones integrada en edificios), ámbitos (rural, urbano e industrial) y actores (un gestor de una planta, una empresa fabricante, una administración local).

Se enumeran a continuación:

- Un complejo de gestión integral de la biomasa en el ámbito rural que cuenta con una planta de generación de electricidad mediante biomasa residual.
- Un plan municipal para la integración de sistemas fotovoltaicos en edificios públicos y privados y de mini-aerogeneradores en la empresa municipal.
- Una empresa fabricante de miniaerogeneradores y su proyecto de instalación híbrida minieólica-fotovoltaica en un polígono industrial.

De forma complementaria se ha realizado una compilación de experiencias de éxito que puedan servir como inspiración para la generación de energía distribuida para cada una de las tecnologías estudiadas: solar fotovoltaica, minieólica, biomasa eléctrica y biogás.

## 4. Marco político y regulatorio

### 4.1. Marco político europeo

La Unión Europea pretende alcanzar el denominado 20-20-20 para el año 2020, que consiste en reducir un 20% el consumo de energía primaria en la UE a través de la mejora de la eficiencia energética, que un 20% de la energía final consumida proceda de fuentes renovables y reducir las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI) al menos en un 20% respecto de los niveles de 1990 -y en un 30% si otros países desarrollados se comprometen a reducciones de emisiones equivalentes y los países en desarrollo contribuyen adecuadamente en función de sus posibilidades-.

La Directiva 2009/28/CE relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, establece y distribuye el objetivo del 20% de renovables entre los distintos Estados miembros a partir de su contribución a las renovables en 2005, el incremento necesario en el conjunto de la UE hasta el 2020, el potencial en recursos renovables y el PIB per cápita de cada país. Los objetivos nacionales obligatorios fluctúan desde un 10% de Malta hasta un 49% de Suecia. A España le corresponde el objetivo del 20%.

Tanto la directiva de renovables como la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios, insisten en la importancia de la integración de las renovables en el urbanismo y la edificación.

De hecho, esta última directiva obliga a partir de 2019 a que todos los edificios públicos nuevos sean “edificios de consumo de energía casi nulo”, y a partir de 2021 al resto. Un *edificio de consumo de energía casi nulo* es aquél que con un nivel de efi-

ciencia energética muy alto, cubre su muy baja energía requerida, en amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables.

Además, en diversos Estados miembro se han impulsado mecanismos de apoyo para la generación distribuida y el autoconsumo mediante energías renovables, particularmente mediante sistema de medición neta o de compensación o retribución especial para la micro o autoproducción.

En **Italia** existe el balance neto bajo el mecanismo denominado “scambio sul posto” que permite que la electricidad inyectada a la red se pueda consumir en un tiempo diferente que la producción.

La fórmula de balance neto es una combinación de compensación en € y crédito por el exceso de producción. Este mecanismo no se basa en pagos directos, sino en el balance anual de la energía inyectada y consumida. Difiere de la medición neta tradicional, ya que el operador de la planta paga por la energía que consume, mientras que el gestor del servicio energético le da crédito por la electricidad que inyecta en la red.

El balance neto se aplica a instalaciones de hasta 200kW y a todas las tecnologías renovables, a la cogeneración y a plantas híbridas cuya generación no renovable no exceda del 5%. Para poder aplicar este mecanismo, la electricidad debe ser suministrada y recibida de la red en un mismo punto de conexión. No obstante, existe una excepción para permitir a los municipios de menos de 20.000 habitantes hacer uso de la medición neta, sin estar obligado a utilizar el mismo punto de conexión para suministrar y recibir la electricidad.

En **Dinamarca** el autoconsumo está regulado a través del balance neto puro, es decir, sin venta de excedentes, desde 1998. En 2005 el sistema de autoconsumo se instauró

de forma permanente y está disponible para clientes residenciales. Actualmente, esta forma de autoconsumo está permitida para todas las tecnologías renovables excepto la geotérmica. Las instalaciones deben estar conectadas a una red colectiva en el lugar de consumo y ser propiedad 100% del propio consumidor.

El balance neto se impulsa mediante incentivos fiscales. Aquellos productores que utilicen su electricidad generada para el autoconsumo están exentos del pago del PSO (“Public Service Obligation”) que incluye el cargo de apoyo a las energías renovables. Por ejemplo, están exentas de todo pago del PSO las instalaciones de energía solar hasta 50kW y de energía eólica de hasta 25kW. Si se producen excedentes de electricidad, el productor puede utilizar la energía generada en el momento en que la necesite a través de créditos de energía.

En **Bélgica**, el autoconsumo por balance neto fotovoltaico está regulado para instalaciones de menos de 3kW desde 1998 para todo el país. En la región de Flandes el balance neto es posible para todas las renovables desde 2004. Se aplica a instalaciones con una potencia menor o igual a 10kW. No hay una retribución económica directa por la electricidad inyectada a la red, pero sí se compensa económicamente mediante una deducción del coste económico equivalente de la factura de la electricidad. Sin embargo, si una instalación produce más electricidad de lo que toma de la red durante un período de facturación, esa cantidad no se reembolsa económicamente.

En **Alemania**, se reconocen dos tarifas. La tarifa especial para la producción total o exportación de la electricidad a la red, y una Tarifa adicional para Autoconsumo (“Feed in Premium” -FiP-), que consiste en una prima adicional. Así, si más del 30% de la energía generada se consume en el punto de generación, se obtiene una prima adicional (FiP). Este mecanismo es aplicable a las tecnologías fotovoltaica, eólica, hidráulica,

biomasa, biogás y geotérmica. Las estadísticas indican que a finales de 2010 Alemania contaba con 860.000 instalaciones en techos de casas, fábricas y establecimientos rurales.

En **Portugal** se estableció una legislación específica para la microproducción. El Decreto ley 363/2007 sobre microgeneración establece un régimen de licencias simplificado para la conexión a red local a bajo voltaje, de productores pequeños o residenciales, que utilicen fuentes de energías renovables de hasta 1,5 kW en fotovoltaica y 2,5 kW en micro-eólica. Bajo esta regulación, cualquier consumidor de energía puede ser un productor de energía, pero sólo puede producir y vender energía a la red pública hasta la mitad del índice de potencia de su hogar.

## 4.2. Marco normativo nacional

En la legislación vigente (y en la recientemente derogada) se encuentran numerosas referencias a la producción de energía eléctrica a partir de tecnologías renovables destinada total o parcialmente al autoconsumo o consumo propio.

La Ley 54/1997 del sector eléctrico (derogada por la Ley 24/2013), incluía el concepto de autoprodutor en la definición de productor.

La Ley 38/1992 de impuestos especiales establece que la energía eléctrica destinada al autoconsumo de los titulares de las instalaciones no está sujeta al régimen de impuestos especiales, así como el autoconsumo en instalaciones de producción, transporte o distribución.

El Real Decreto 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones



de energía eléctrica, establece que el acceso a la red de distribución es un derecho para productores, según quedan definidos en la Ley 54/1997, que pueden producir tanto para autoconsumo total como parcial<sup>1</sup>.

Este derecho de acceso solo se puede restringir por la falta de capacidad, y el acceso tendrá carácter reglado (por tanto no es discrecional a juicio de la empresa distribuidora).

Reconoce que parte de la producción de la instalación podría no ser vendida a red sino autoconsumida. Es decir, este Real Decreto ya reconoce la posibilidad de que las instalaciones produzcan energía destinada a un autoconsumo total o a un autoconsumo parcial.

El Real Decreto 661/2007 por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, derogado por el RDL9/2013, reconocía la posibilidad de que una instalación generadora en régimen especial no llegara a verter energía neta a la red de distribución, como ocurre en el caso de una instalación cuya producción se destinase a autoconsumo total.

En este caso, y en virtud de este artículo, también sería necesaria la firma del contrato técnico de acceso con la compañía distribuidora.

Igualmente ocurriría en el caso de una instalación de autoconsumo parcial, puesto que en ese caso parte de la producción sí se vuelca a la red y lógicamente las condiciones técnicas del vertido deberán ser acordadas.

1. Se considera "autoconsumo total" al autoconsumo instantáneo en el que toda la electricidad que se produce se consume de forma instantánea sin verter nada en la red de distribución. En el "autoconsumo parcial" parte de la electricidad producida sí se inyecta a la red.

El **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT)** aprobado por el RD 842/2002, define en su ITC-BT-40 tres tipos de instalaciones:

- a) Instalaciones generadoras aisladas: aquellas en las que no puede existir conexión eléctrica alguna con la Red de Distribución Pública.
- b) Instalaciones generadoras asistidas: aquellas en las que existe una conexión con la Red de Distribución Pública, pero sin que los generadores puedan estar trabajando en paralelo con ella. La fuente preferente de suministro podrá ser tanto los grupos generadores como la Red de Distribución Pública, quedando la otra fuente como socorro o apoyo. Para impedir la conexión simultánea de ambas, se deben instalar los correspondientes sistemas de conmutación. Será posible no obstante, la realización de maniobras de transferencia de carga sin corte, siempre que se cumplan con una serie de requisitos técnicos.
- c) Instalaciones generadoras interconectadas: aquellas que están, normalmente, trabajando en paralelo con la Red de Distribución Pública.

Las instalaciones destinadas a autoconsumo total o parcial, son instalaciones generadoras interconectadas, ya que trabajan en paralelo con la red de distribución, si bien su conexión se realiza en la red interior.

De acuerdo al REBT una instalación de autoconsumo total, en la que 100% de la energía producida se consume en la red interior, estaría exenta de disponer de contador. Las instalaciones de autoconsumo parcial sí precisarían de contador puesto que parte de la energía se vierte a la red.

La instalación generadora interconectada deberá disponer de un interruptor de desconexión accesible en todo momento a la empresa distribuidora, sobre el cual

actuarán un conjunto de protecciones de manera para que se garantice que la instalación no perturba la red.

Actualmente, la potencia instalada en nuestro país en régimen especial ya cumple con estos requisitos, estando los equipos diseñados para no provocar distorsiones en la red.

El **Código Técnico de la Edificación** (CTE), aprobado por el RD 314/2006 contempla la posibilidad de conectar las instalaciones solares fotovoltaicas ubicadas en edificios, en un punto de conexión que no pertenezca a la compañía distribuidora, lo que ocurriría en las instalaciones destinadas a autoconsumo total o parcial de la energía.

El Código Técnico contiene un Documento Básico de Ahorro de Energía donde se establecen las exigencias básicas en eficiencia energética y energías renovables que deben cumplirse en los edificios de nueva construcción y en las intervenciones en edificios existentes. La contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica que establece este documento, se revisó a la baja con la actualización del documento realizada mediante la Orden FOM/1635/2013.

La nueva redacción del documento, del año 2013, incluye respecto a la versión anterior la posibilidad de sustituir parcial o totalmente la exigencia básica de potencia eléctrica mínima de la instalación solar fotovoltaica determinada mediante el aprovechamiento de otras fuentes de energías renovables, una ventana de oportunidades para la eólica integrada en edificios.

El Real Decreto 1699/2011 regula la conexión a red de **instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia** que resulta de aplicación para aquellas instalaciones en régimen especial u ordinario de potencia no superior a 100 kW.

Este real decreto incorpora ya referencias explícitas a las instalaciones destinadas a autoconsumo (total o parcial) de la energía producida, llegando a establecer la obligación de regular en el plazo de cuatro meses las condiciones de producción de este tipo de instalaciones. Hasta el momento, no se ha aprobado el correspondiente borrador del Real Decreto que regulará el Balance Neto.

La normativa contempla además que la conexión de las instalaciones menores de 100 kW se realice tanto en líneas de baja tensión de una empresa distribuidora como en la red interior del usuario. Esta normativa determina asimismo el procedimiento de acceso y conexión de las instalaciones, las condiciones técnicas a cumplir y los procedimientos de medida y facturación que son idénticos tanto para el caso de que la instalación se conecte a red para la venta de toda la energía generada como para el caso de que se autoconsume parte o totalmente esta energía.

Además, el real decreto exime a las instalaciones de potencia igual o inferior a 10 kW de los avales necesarios para tramitar la solicitud de acceso a la red de distribución de nuevas instalaciones de producción en régimen especial y establece un procedimiento de conexión abreviado.

El RD 1699/2011 regula todas las condiciones técnicas a cumplir por las instalaciones sin distinguir si éstas dedican la energía producida a venta o a autoconsumo. Actualmente se firma con la empresa distribuidora un contrato técnico de acceso, realizándose la venta de energía a través del comercializador. Este contrato sigue siendo necesario en el caso de instalaciones destinadas a autoconsumo, según el modelo publicado en el RD 1699/2011.

En el año 2012, tras la entrada del Gobierno de Rajoy, se aprobó una moratoria al pago de primas de todas las tecnologías de energía renovable del sector eléctrico,

mediante el Real Decreto-Ley 1/2012 que cambió por completo el marco de apoyo a estas tecnologías.

La entrada en vigor del Real Decreto-Ley 1/2012 (por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la suspensión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos), establecía la suspensión indefinida de las primas a la producción de electricidad renovable que se instalasen a partir de 2012.

A la moratoria se le sumaron sucesivas reformas normativas, entre éstas cabe destacar:

- La Reforma Fiscal para asegurar la Sostenibilidad Energética. En diciembre de 2012 el gobierno aprobó una reforma fiscal con la adopción de siete nuevos impuestos en materia de energía entre los que se incluyen un impuesto del 6% sobre la venta de energía eléctrica –lo que afecta particularmente a las instalaciones de energías renovables–.
- La modificación del sector eléctrico: en diciembre de 2013 el gobierno aprueba la nueva ley del sector eléctrico en la que entre otras cuestiones se modifica a la baja (para ajustarla a una “rentabilidad razonable” del 7,5%) la retribución a las instalaciones renovables, ya construidas antes de 2012. La reforma completa del régimen de las renovables, cogeneración y residuos, se realiza mediante la aprobación de:
  - el Real Decreto ley 9/2013, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico, deroga expresamente el Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la

actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial y el Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

- la Ley 24/2013, que fija los criterios de revisión de parámetros retributivos y el establecimiento del régimen retributivo específico mediante procedimientos de concurrencia competitiva. Esta Ley deroga la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.

Por otro lado la Ley 24/2013 en su artículo 9 regula el autoconsumo de energía, y lo define como el consumo de energía eléctrica proveniente de instalaciones de generación conectadas en el interior de una red de un consumidor o a través de una línea directa de energía eléctrica asociadas a un consumidor. Se distinguen además las modalidades de autoconsumo: suministro con autoconsumo, producción con autoconsumo, producción con autoconsumo de un consumidor conectado a través de una línea directa con una instalación de producción, y cualquier otra modalidad de consumo de energía eléctrica proveniente de una instalación de generación de energía eléctrica asociada a un consumidor.

Se establece que todos los consumidores sujetos a cualquier modalidad de autoconsumo tendrán la obligación de contribuir a los costes y servicios del sistema por la energía autoconsumida, cuando la instalación de generación o de consumo esté conectada total o parcialmente al sistema eléctrico. También tendrán la obligación de inscribirse en el registro administrativo de autoconsumo de energía eléctrica, creado a tal efecto en el Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Por último se fija que el Gobierno establecerá las condiciones administrativas y técnicas para la conexión a la red de las instalaciones con autoconsumo. Asimismo, establecerá las condiciones económicas para que las instalaciones de la modalidad b) de producción con autoconsumo vendan al sistema la energía no autoconsumida.

- la Orden IET/1045/2014, de 16 de junio, por la que se aprueban los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, dedica su introducción a la justificación de la oportunidad y de la metodología empleada.

#### 4.2.1. El Plan de Energías Renovables 2011-2020

En la actualidad las energías renovables siguen, al menos formalmente aunque en la práctica su ejecución ha sido abandonada, bajo el marco de la planificación.

El Gobierno del PSOE aprobó en 2011 el Plan de Energías Renovables para el período 2011-2020, que sigue teóricamente vigente. En él los objetivos de potencia instalada y de producción (tep) se adecuan a los compromisos europeos del llamado paquete de energía y clima que obliga a alcanzar en 2020 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.

El objetivo general del actual plan es que las energías renovables pasen a aportar del 13,2% consumo final bruto de energía en 2010 al 20,8% en el 2020<sup>2</sup>. Y para lograr este compromiso se desarrollan objetivos específicos para la parte eléctrica, térmica y de transporte.

El mayor potencial de desarrollo de las fuentes renovables en España corresponde a las áreas de generación eléctrica, con una contribución de las energías renovables a la generación bruta de electricidad del 38,1% en el año 2020.

Tabla 1. Objetivos en potencia eléctrica instalada.

	2010	2020	Incremento 2010-2020
<b>Solar fotovoltaica</b>	3.787	7.250	3.463
<b>Minieólica</b>		300	300
<b>Biomasa sólida</b>	533	1.350	817
<b>Biogás</b>	177	400	223

Fuente: IDAE. PER 2011-2020.

En relación al fomento de la generación distribuida y el autoconsumo, el Plan de Energías Renovables específicamente establece:

- Un marco retributivo para las instalaciones eólicas de potencia inferior a los 100 kW.
- Líneas de ayudas para la generación distribuida con instalaciones minieólicas.
- Programa de subvenciones a instalaciones (hasta 10 kW) que no reciban apoyo del Régimen Especial (asiladas de red y autoconsumo acogido a “net metering”).

2. Alcanzar el 20,8% de cobertura en la energía final, se traduce en un porcentaje del 19,5% de energías renovables en la cobertura de energía primaria. El objetivo del PER 2005-2010 estaba referido a la cobertura mediante energías renovables de la energía primaria (indica cuánta energía consumimos de la disponible en la naturaleza: en los combustibles, el viento, etc.). En cambio, los objetivos para el año 2020 se refieren a la energía final (indica la energía que consumimos una vez transformada la energía primaria en calor, electricidad, etc.).

## 5. Modelo actual

El modelo de producción de energía en España se caracteriza por su alta dependencia del exterior, más del 86% de los recursos energéticos son importados<sup>3</sup>, y además es un 20% superior a la media europea<sup>4</sup>.

Exceptuando las energías renovables (y algo menos de la quinta parte del carbón), el resto de recursos energéticos, productos petrolíferos, gas, carbón y combustible nuclear son importados, pues la producción autóctona es absolutamente insignificante.

Las importaciones de carbón provienen fundamentalmente de Ucrania, Rusia, Sudáfrica y China; las de crudo de Rusia, Irán, Arabia Saudí, Nigeria, México e Irak; las de gas natural de Argelia, Nigeria, Qatar y Noruega.

La alta dependencia del exterior en materia energética es un elemento adicional que contribuye al desequilibrio comercial. La balanza energética pesa cada vez más en el saldo de nuestra balanza comercial y lastra el buen comportamiento de nuestro sector exterior. En 2007 el déficit de la balanza energética era de unos 34.000 millones de euros, en 2012 se situaba en 45.500 millones de euros según CORES. Ese año la factura energética española alcanzó los casi 62.000 millones de euros en importaciones.

El vigente modelo de producción y consumo energético es una de las causas más importantes que está detrás del deterioro ambiental en nuestro territorio pero también del que se derivan impactos negativos a nivel global como el cambio climático o la deforestación.

En relación al sector eléctrico, la demanda de electricidad se cubre actualmente con un 21% de energía nuclear, 14,6% de carbón, 9,5% de ciclos combinados, 14% de hidráulica, 21% eólica, 3% fotovoltaica, 2% termoeléctrica, 12% cogeneración y otros.

La potencia instalada en 2013 superaba los 108.000 MW, mientras que la demanda máxima horaria es equivalente a 40.277 MW. Esto demuestra una clara sobrecapacidad de potencia del sistema eléctrico español<sup>5</sup>.

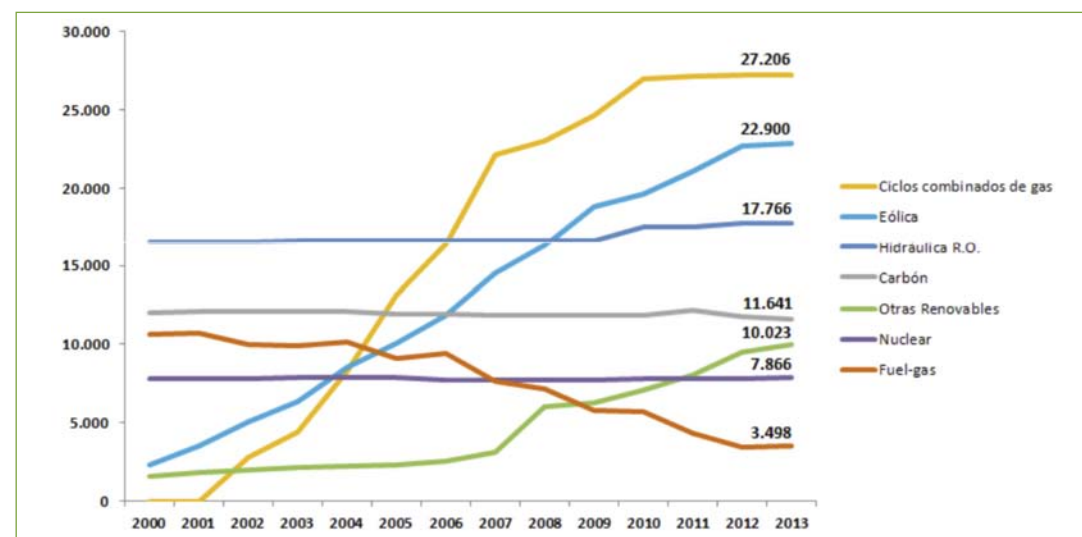


Figura 1. Evolución de la potencia instalada por tecnologías (2013).

Fuente: APPA.

3. Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España. "Informe basado en indicadores. Edición 2013".

4. Eurostat 2012.

5. El operador del sistema considera que para asegurar la garantía de suministro se debe contar con un índice de cobertura no inferior a 1,1, o lo que es lo mismo, que presente más de un 10% de reserva de capacidad de cobertura de la punta de demanda prevista. La realidad es que ese margen de cobertura superó hace años, alcanzando en la actualidad el 1,6.

Esta circunstancia se da además en un contexto de reducción de la demanda de electricidad desde el estallido de la crisis económica.

La demanda eléctrica peninsular en 2013 volvió a caer por tercer año consecutivo situándose en niveles de hace ocho años, según REE.

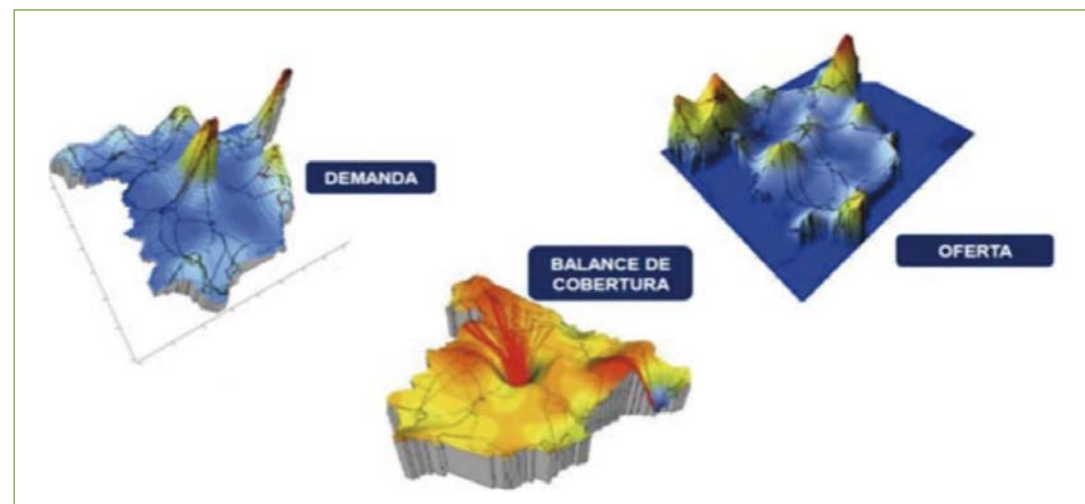
	PIB (*)	Δ DEMANDA	
		POR ACTIVIDAD ECONÓMICA	Δ DEMANDA
2009	-3,8	-4,7	-4,7
2010	-0,2	2,7	3,1
2011	0,1	-1,0	-1,9
2012	-1,6	-1,8	-1,4
2013	-1,2	-2,2	-2,3

(\*) Fuente: INE

**Figura 2. Evolución anual del PIB y la demanda de energía eléctrica peninsular.**  
Fuente: REE.

El sector eléctrico está formado por un oligopolio en manos de cinco empresas que concentran toda la oferta y se reparten el mercado nacional por territorios, con una capacidad de influencia muy importante en la fijación de precios.

El modelo de producción eléctrica está basado en la generación mediante grandes centrales, el transporte de la electricidad a larga distancia a las zonas de consumo y su distribución entre los consumidores finales. Contamos con un sistema de generación eléctrica centralizado, unidireccional y con escaso control sobre la demanda, en el que los principales puntos de generación se sitúan lejos del consumo.

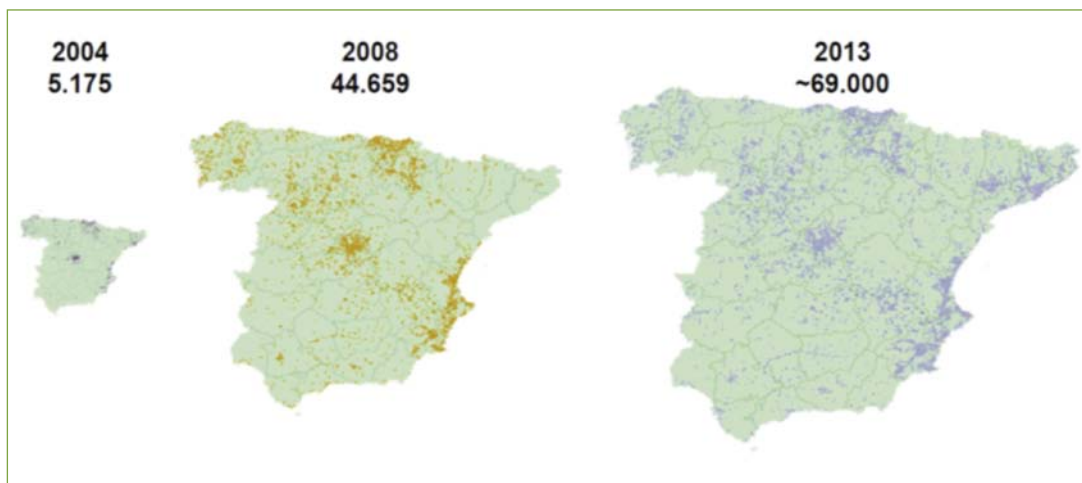


**Figura 3. Distribución de la demanda y oferta de energía eléctrica.**

Sin embargo, durante la última década, pero especialmente desde 2005, la aportación de las energías renovables ha crecido de forma muy significativa, arropadas por un marco regulatorio que ha aportado estabilidad a su desarrollo.

En la actualidad representan casi la mitad de la potencia instalada del parque eléctrico y más del 40% en la cobertura de la demanda eléctrica, contando con la gran hidráulica.

El número de puntos de generación se ha disparado en los últimos años, de 5.175 puntos en 2004 a aproximadamente 69.000 en 2013, en una clara evolución hacia la generación distribuida. Las tasas de penetración y de crecimiento están irregularmente repartidas por el territorio español, como se puede apreciar en la siguiente figura.



**Figura 4.** Distribución territorial de los puntos de generación eléctrica.

Fuente: Comisión Nacional de la Energía, 2013.

## 5.1. Tamaño medio de las instalaciones renovables actuales

Actualmente alrededor de 1.200 plantas de generación eléctrica están acogidas al Régimen Ordinario con una potencia aproximada de 76.000 MW. El tamaño medio de estas plantas, sin incluir las centrales hidroeléctricas, es de alrededor de 175 MW.

Si se analizan las instalaciones acogidas al Régimen Especial compuesto en su mayor parte por plantas de energías renovables pero también cogeneración y residuos, existen alrededor de 64.400 plantas con una potencia instalada de 39.800 MW. La mayoría de estos puntos corresponden a instalaciones de energía fotovoltaica, más de 60.000 puntos de producción con una potencia total de 4.600 MW y una potencia media de 77 kW.

Los 1.330 parques eólicos del país suman una capacidad total de 22.800 MW, lo que equivale a un tamaño medio de 17MW.

Y las plantas de biomasa representan alrededor de 200 instalaciones con aproximadamente 860 MW de potencia total, lo que equivale a una potencia media de 4,3 MW.

No obstante, estos datos corresponden a cálculos de potencias medias. La realidad revela la preeminencia de instalaciones renovables de mayor tamaño.

Por ejemplo, el 44% de los sistemas solares españoles tienen una potencia superior a 5 MW y el 20% están entre 2 MW y 5 MW<sup>6</sup>.

Para el caso de los parques eólicos, lo más habitual es que rondan los 20-30 MW. Las centrales eléctricas de biomasa tipo se aproximan a los 15-20 MW de potencia.

## 5.2. Previsiones de desarrollo de las energías renovables

La publicación del Plan de Energías Renovables 2011-2020 se produjo poco antes del cambio de gobierno en el año 2011. Desde su publicación el sector de las energías renovables ha sufrido la modificación sucesiva del marco regulatorio y normativo en base al cual se venían desarrollando hasta ahora, como la moratoria renovable, medidas fiscales y otros ajustes y la reforma eléctrica de julio de 2013.

Los cambios regulatorios han tenido un impacto dramático en las inversiones realizadas en el sector de las renovables. España registró, durante el primer trimestre de

6. Según un estudio de Eclareon para ASIF que analizaba el 77% del parque fotovoltaico español en 2011.

2013, un descenso del 96% de la inversión en energías limpias, debido a los cambios en las políticas nacionales y la creciente preocupación por el futuro apoyo al sector renovable por parte del Gobierno.

Apenas cinco años después de alcanzar el primer puesto en el índice de atractivo inversor en energías renovables que elabora periódicamente Ernst & Young (E&Y), España se encuentra en 2012 fuera del “top ten”, situándose en la undécima posición del ranking mundial.

La reforma más relevante y con mayor incidencia en la propuesta de planificación del PER es la moratoria a las primas para nuevas instalaciones de energías renovables. Según la Comisión Nacional de los Mercados y de la Competencia (CNMC) el ente regulador de la energía en España, hace prever la paralización futura de la entrada de nuevas instalaciones de producción en régimen especial y pronostica que los objetivos propuestos por el Plan de Energías Renovables en España 2011-2020 no se alcanzarían en todas las tecnologías.

Las previsiones de la CNMC para el horizonte temporal 2013-2017 consideran la instalación 687 MW<sup>7</sup> en régimen especial en la península adicionales a los instalados hasta diciembre de 2012 -que se corresponden aproximadamente con los ya preasignados- siendo previsible un estancamiento a partir de esa fecha, en aplicación de la legislación vigente. De modo que la potencia en régimen especial se mantiene en 39.470 megavatios (MW) no sólo en 2014, sino en los sucesivos ejercicios hasta 2017.

7. De este incremento, 282 MW (el 41%) corresponderá a potencia eólica y 350 MW (un 51%) a energía solar termoeléctrica.

8. Las previsiones de la CNMC no se han desviado mucho de los datos reales. Los datos de la Comisión en febrero de 2014 arrojaban una potencia total en régimen especial de 39.825 MW en 2013 y 39.841

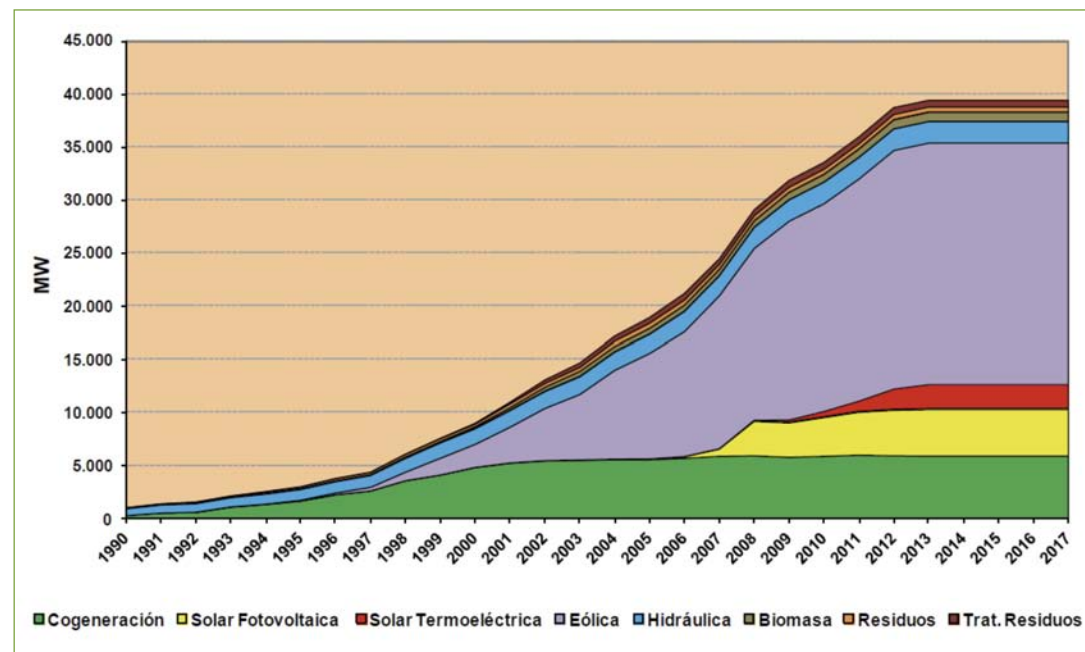
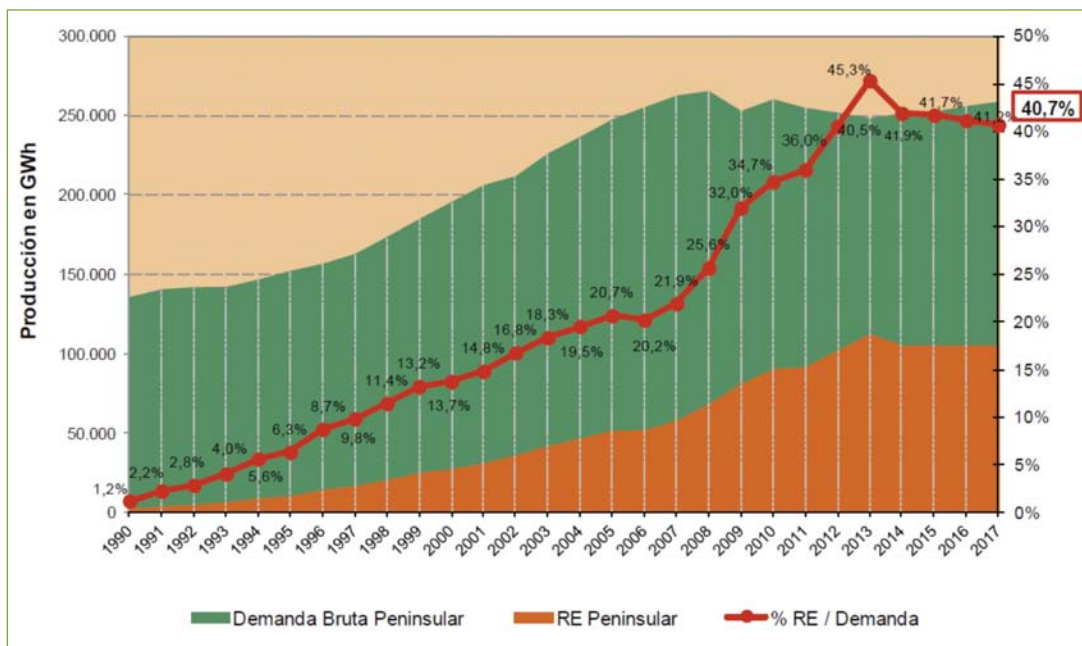


Figura 5. Evolución real (hasta 2012) y prevista (2013-2017) de la potencia del régimen especial del sistema peninsular por tecnologías.

Fuente: CNMC.

Respecto al volumen de energía vertida por el régimen especial peninsular, teniendo en cuenta los objetivos y la previsión de demanda, el régimen especial representaría en el año 2017, según las previsiones efectuadas, casi un 41% de la demanda (aproximadamente el mismo porcentaje que ha representado en el 2012). Sin embargo, tal y como se puede observar en el gráfico, el incremento porcentual en cuanto a la participación del régimen especial en el total de la demanda, se debe más a la caída esperada de la misma que a los incrementos esperados de la producción en régimen especial.



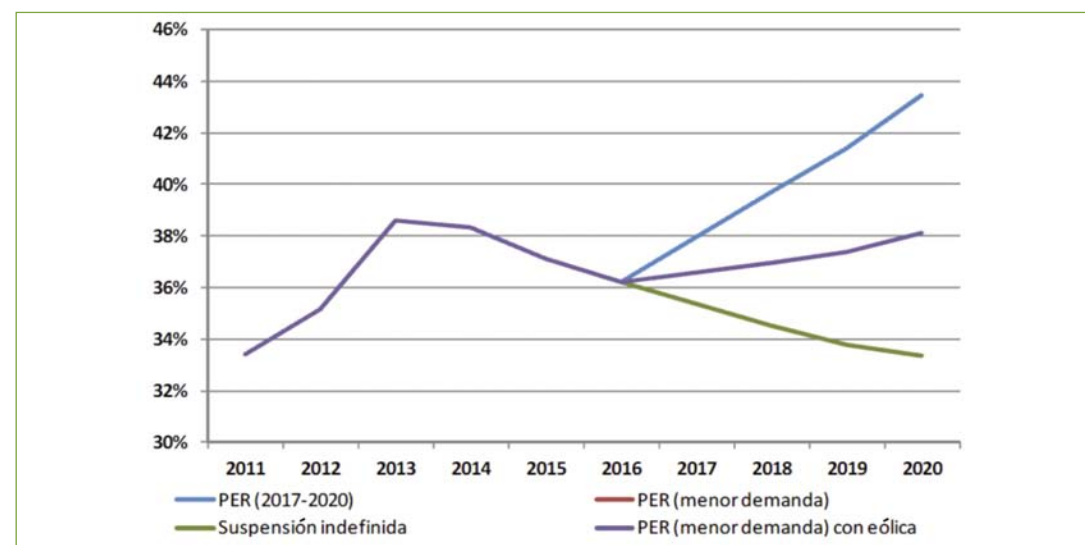


**Figura 6.** Evolución real y prevista de la producción del régimen especial del sistema peninsular.  
Fuente: CNMC.

A partir del año 2017 todavía se desconocen las medidas que tomará el gobierno para el fomento de las energías renovables. En cualquier caso, cumplir los objetivos del PER a 2020 parece cada vez más improbable. La CNE, ahora integrada en la CNMC, planteaba después de la moratoria cuatro escenarios posibles para el año 2020, que siguen siendo válidos actualmente. Los cuatro escenarios son:

- Suspensión indefinida: O escenario base en el que no se instalaría potencia adicional retribuida aparte de la potencia ya comprometida (y casi totalmente instalada a día de hoy).

- PER 2017-2020: Coincidiría con el anterior hasta 2016, para a partir de 2017, y hasta 2020, instalar la potencia prevista en el PER de forma acelerada “recuperando el tiempo perdido”.
- PER menor demanda: se diferenciaría del anterior en que la potencia a instalar se escalaría de acuerdo con una previsión de demanda en 2020 inferior a la contemplada en el PER, a tenor de las últimas estimaciones disponibles a raíz de la contracción de la misma por la actual coyuntura económica.
- PER menor demanda con eólica: se mantiene la misma cobertura que en el escenario anterior pero atribuyendo toda la potencia adicional necesaria a partir de 2017 a la tecnología más económica, que resulta ser la eólica terrestre, la cual en ese período se estima que apenas requiera mecanismos de apoyo alguno.



**Figura 7.** Porcentaje de energía renovable sobre la demanda eléctrica.  
Fuente: CNMC.

La previsión de Ecofys es que España incumpla su objetivo vinculante del 20% al año 2020, situándose por debajo del mismo entre un 37,2% y un 14,4%.

Tabla 2. Previsiones de la participación renovable en la energía final bruta 2020.

Participación renovable en la demanda de energía final bruta en 2020	Previsión (Escenario CPI)		Previsión (Escenario CPI + PPI)		Objetivo mínimo 2020	Desviación prevista según escenarios	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo
Alemania	15,4%	16,4%	15,8%	16,8%	18,0%	-14,3%	-6,9%
Austria	32,0%	35,7%	33,2%	36,6%	34,0%	-5,9%	7,6%
Dinamarca	22,5%	24,7%	22,8%	25,0%	30,0%	-24,9%	-16,7%
<b>España</b>	<b>12,6%</b>	<b>13,8%</b>	<b>15,4%</b>	<b>17,1%</b>	<b>20,0%</b>	<b>-37,2%</b>	<b>-14,4%</b>
Finlandia	34,8%	34,9%	34,8%	34,8%	38,0%	-8,5%	-8,2%
Francia	14,9%	16,9%	15,8%	17,9%	23,0%	-35,1%	-22,1%
Italia	13,1%	14,0%	13,1%	13,9%	17,0%	-23,1%	-17,8%
Reino Unido	7,3%	7,5%	11,1%	11,5%	15,0%	-51,5%	-23,4%

Participación renovable en la demanda de energía final bruta en 2020	Previsión (Escenario CPI)		Previsión (Escenario CPI + PPI)		Objetivo mínimo 2020	Desviación prevista según escenarios	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo
Rumanía	19,5%	21,0%	21,2%	22,7%	24,0%	-18,9%	-5,5%
Suecia	46,1%	49,4%	46,2%	49,5%	49,0%	-6,0%	1,0%
UE27	14,5%	15,5%	15,6%	16,7%	20,2%	-28,3%	-17,1%

Fuente: Informe "renewable energy progress and biofuels sustainability" (ECOFYS)

CPI: Políticas actuales; PPI: Políticas actuales más medidas adicionales

Tecnologías	Objetivos PER a 2012		Situación a 2012		Diferencia de cumplimiento	
	GWh	MW	GWh	MW	% sobre GWh	% sobre MW
Solar Fotovoltaica	7.667	4.669	8.171	4.538	6,6%	-2,8%
Solar Termoeléctrica	4.711	2.028	3.443	2.000	-26,9%	-1,4%

Tecnologías	Objetivos PER a 2012		Situación a 2012		Diferencia de cumplimiento	
	GWh	MW	GWh	MW	% sobre GWh	% sobre MW
Eólica en tierra	46.377	23.555	48.472	22.722	4,5%	-3,5%
Eólica marina	0	0	0	0	-	-
Biomasa, RSU, Biogás	5.977	984	4.736	957	-20,8%	-2,7%
Geotérmica	0	0	0	0	-	-
Hidrocinética, del oleaje, maremotriz	0	0	0	0	-	-

Fuente: APPA.

### 5.3. Barreras al desarrollo de un modelo de generación distribuida mediante energías renovables

#### BARRERAS TRANSVERSALES

##### *BARRERAS DE TIPO REGULATORIO*

El actual marco regulatorio es la principal barrera al desarrollo de energías renovables en España. Destacan los siguientes aspectos:

- La inestabilidad jurídica y regulatoria del sector eléctrico, y en particular en lo referente a las instalaciones de energías renovables que vienen sufriendo reformas sucesivas con carácter retroactivo desde hace años. En especial el RD 413/2014 y la Orden Ministerial IET/1045/2014 cambian retroactivamente las retribuciones y condiciones en las que se hicieron las inversiones en energías renovables.

Estos cambios regulatorios son especialmente graves porque modifican las condiciones para recuperar inversiones que se habían asegurado durante 20-25 años por el BOE, por lo que crean una gran desconfianza hacia cualquier sistema de apoyo futuro que planifique el gobierno y que se deba mantener varios años (como los sistemas de primas a la producción).

- La limitación que impone el Real Decreto de conexiones de pequeña potencia para que la potencia de generación no supere los 100kW, para que haya una conexión a la red interior del consumidor y la obligación de que el titular de generación deba ser el mismo que el de consumo.

- La inexistencia de una normativa adecuada sobre balance neto que impulse el autoconsumo y la generación distribuida, a pesar de haber sido establecido como obligatorio en el RD de pequeña potencia.
- La baja ambición de los objetivos obligatorios de instalación de energías renovables para la producción de electricidad en el vigente Código Técnico de Edificación. Lo que afecta a la autoproducción de electricidad con instalaciones fotovoltaicas y de minieólica integrada en edificios.

##### *BARRERAS DE TIPO SOCIOECONÓMICO*

- La suspensión del sistema de primas para nuevas instalaciones renovables de manera indefinida mediante el RD-Ley 1/2012, la denominada moratoria a las renovables, que ha prácticamente paralizado durante estos años la instalación de cualquier tecnología renovable.
- No se dispone de una retribución económica suficiente para todas las tecnologías, que contemple las características propias de cada tecnología y cada tramo de potencia.
- La escasez de recursos y dificultad de financiación de las instalaciones de energías renovables, particularmente aquellas que requieren mayores inversiones, como son las centrales de biomasa y biogás.
- El mantenimiento en la actualidad de diversos mecanismos de apoyo e incentivo económico a los combustibles fósiles y la energía nuclear que merman de manera significativa la competitividad de las tecnologías renovables. Un ejemplo de ello son los incentivos a la inversión a los ciclos combinados.

- En la actualidad existe una sobrecapacidad de potencia en el parque eléctrico español, esto actúa como barrera a la entrada de nueva potencia aunque esta suponga una reducción de los costes del sistema.
- La inexistencia de programas de ayudas públicas suficientes para la investigación, desarrollo e innovación de las tecnologías renovables, los sistemas de gestionabilidad y componentes específicos dirigidos a mejorar los rendimientos, reducir costes y promocionar nuevas aplicaciones.
- Las dificultades de la pequeña empresa –que abunda en el sector de las renovables– a la hora de obtener economías de escala, capacidad de acceso al crédito, limitaciones para la internacionalización, etc.
- Las dificultades económicas de muchos hogares españoles que impiden la inversión en sistemas energéticos renovables.

#### ***BARRERAS DE TIPO ADMINISTRATIVO***

- Los requerimientos técnicos para la conexión a red de las instalaciones de pequeña potencia no consideran adecuadamente las particularidades en la conexión a baja tensión y a redes interiores, el tipo de promotores –ligados generalmente a centros de consumo en el sector residencial y terciario– y el apoyo que puede suponer la generación distribuida para la gestión de redes a pequeña escala por parte de las compañías distribuidoras.
- Se encuentran dificultades en la aplicación de normativa existente para la conexión a red de pequeñas instalaciones en las condiciones de entrega requeridas. Se identifica mucha dependencia de las decisiones unilaterales de las empresas eléctricas. Cada compañía obliga a cumplir requisitos técnicos propios para conectarse a red que pueden variar además según la zona geográfica.

- Todo esto lleva a la dilatación en los tiempos de tramitación y gestión de permisos, con el impacto correspondiente en el coste total de la instalación.

#### ***BARRERAS CULTURALES Y DE TIPO SOCIOLÓGICO***

Este tipo de barreras tienen especial importancia para desarrollar un modelo de generación distribuido ya que se basa en gran medida en instalaciones promovidas y financiadas por el usuario final (particulares, pequeñas empresas, etc.) por lo que su percepción e información del sistema energético es clave.

- La falta de conciencia social y el desconocimiento sobre el modelo energético actual y sus consecuencias.
- La cultura del consumismo y el despilfarro de energía en parte de la sociedad española.
- La información relacionada con la energía -y en particular con las energías renovables- procedente de los medios de comunicación es insuficiente, incompleta y en algunos casos significativamente influenciada por determinados grupos de interés.
- Los contenidos y materiales didácticos relativos al conocimiento de la energía del sistema de enseñanza básica, el bachillerato y la formación superior no son consecuentes con criterios de sostenibilidad.
- Los principales agentes económicos, sociales y políticos no han asumido de forma efectiva la urgente necesidad del cambio de modelo energético por lo que no lo incorporan a sus planes ejecutivos.

## BARRERAS PARA LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA

Las siguientes barreras corresponden específicamente al desarrollo de instalaciones fotovoltaicas:

El Código Técnico de la Edificación (CTE) junto con los documentos básicos y de apoyo elaborados por el Ministerio de Fomento conforman el marco regulador aplicable. Recientemente el documento básico HE se ha visto modificado con la aprobación de la Orden FOM/1635/2013. En su sección HE5 sobre la “Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica”, introduce la contribución mínima de que la energía solar fotovoltaica debe alcanzar en ciertos edificios al consumo de energía eléctrico (entre otras medidas). El Documento Básico HE se introduce en el año 2006 y se modifica a la baja en el año 2013.

- Así por ejemplo, en el caso de un centro comercial de 6.000 m<sup>2</sup>, en una zona de radiación media en España (Zona III), la potencia fotovoltaica mínima exigida era de 24,4 KWp, mientras que tras la modificación del CTE del año 2013 esta potencia mínima exigida baja a 8,4 KWp, aproximadamente un tercio que la exigencia anterior.
- También aumenta la superficie construida mínima que deben tener las edificaciones para la instalación obligatoria de energía solar fotovoltaica.
- Se limita la potencia nominal máxima obligatoria a 100 kW, cantidad no limitada anteriormente.
- El plan de mantenimiento preventivo de la instalación pasa de tener una revisión semestral a una anual.

## BARRERAS PARA LAS INSTALACIONES MINIEÓLICAS

- La falta de regulación para la acreditación de instaladores autorizados que garanticen la correcta operación de las instalaciones en condiciones de seguridad. Sirva de ejemplo el caso de la tecnología fotovoltaica, donde sí se ha regulado el certificado profesional para montaje y mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas conforme al Real Decreto 1381/2008.
- Elevados ratios de inversión para las instalaciones de potencia  $\leq 10$  kW, tanto para aplicaciones aisladas de red como de vertido a red con consumos asociados. Esta circunstancia puede resultar crítica para el desarrollo de la generación distribuida a partir de energía eólica, en fase de implantación incipiente en nuestro país.
- Tanto el ahorro en la facturación que pudiera darse mediante un sistema de balance neto como el apoyo económico contemplado en el régimen actual para nuevas instalaciones –para la generación vertida a red–, pueden resultar insuficientes para impulsar y hacer viables aquellas instalaciones eólicas de pequeña potencia para su aplicación a escala doméstica.
- No se cuentan con modelos de simulación para la caracterización del recurso eólico para la pequeña potencia en el entorno de las ciudades, y los estudios más pormenorizados caso por caso son demasiado costosos.
- No existen ordenanzas municipales que regulen la implantación de aerogeneradores de pequeña potencia en entornos urbanos, que consideren especialmente los aspectos de seguridad.
- Los procedimientos actuales de certificación de equipos pueden resultar excesivamente complejos y costosos especialmente en los modelos de aeroge-

neradores de potencia inferior a los 10 kW, con unos requerimientos de ensayos muy exigentes (estructurales, niveles de ruido y vibraciones, etc.) basada en la normativa internacional IEC 61.400-2 e IEC 61.400-1.

### **BARRERAS PARA PLANTAS DE BIOMASA**

- La tecnología de la biomasa se ha visto particularmente perjudicada con los recientes cambios normativos sobre los parámetros de retribución y la inestabilidad regulatoria generada hasta su aprobación. En la nueva Orden IET/1045/2014 sobre parámetros retributivos de las instalaciones de energía renovable para producción eléctrica, se establecen medidas de recorte retroactivo, aplicando una única prima a la biomasa sin diferenciar entre los distintos tipos de recurso biomásico (forestal, agrícola, etc.) y se limitan las horas de generación con biomasa (se permite generar como máximo 6.500h/año cuando las instalaciones están diseñadas para generar unas 7.500h), entre otras, una medida particularmente lesiva para esta tecnología renovable que usa un combustible consumible (con coste, ya sea comprado o producido).
- La extracción de la biomasa está vinculada en ocasiones con una logística compleja que debe ser implementada por expertos. Determinados recursos biomásicos -especialmente los forestales- se encuentran dispersos, en zonas de difícil accesibilidad, sujetos a la estacionalidad, la variabilidad de la producción, las fluctuaciones de las cosechas y del mercado.
- La inexistencia de un mercado consolidado de logística de biomasa dificulta la garantía del suministro continuo del combustible a las plantas y eleva los costes de transporte en función del radio de acción.
- En algunos casos, las necesidades de rentabilidad de los proyectos implican a veces prácticas insostenibles medioambientalmente (cortas a hecho, clareos intensivos, etc.) y no tener en cuenta en la práctica la protección de hábitats y especies. Estas situaciones pueden agravarse por el menor control forestal derivado de la disminución de recursos de vigilancia y los cambios en la ley de montes. (Ahora los propietarios forestales tienen que informar del plan de gestión forestal mediante simple comunicación).
- En ocasiones los proyectos de aprovechamiento energético de estos residuos pueden suscitar recelos y oposición, si no son de carácter público y no hay una implicación de la población en la planificación, gestión y beneficios. Los efectos contrarios se multiplican cuando se presentan proyectos de una dimensión insostenible o entra en competencia con otros aprovechamientos económicos en el ámbito local.
- No existe una estrategia de fomento de la biomasa en España. La descoordinación entre distintos órganos de la administración (central, autonómicas y locales) con competencias distintas sobre el sector impiden su desarrollo ordenado y continuado en España.
- Gran desconocimiento de la biomasa por la sociedad. Las malas prácticas agrícolas y forestales y la escasa información de la población rural llevan a que se desperdicien recursos biomásicos a falta de una gestión más respetuosa y su valorización energética controlada.
- No se encuentre la financiación necesaria para el desarrollo de plantas; en otros da lugar a la petición de unas garantías (avales, etc.) no asumibles por el proyecto; y en los demás implica unas exigencias de rentabilidad muy altas que, dadas las actuales retribuciones a la energía eléctrica generada con biomasa, no pueden alcanzarse.



## BARRERAS PARA PLANTAS DE BIOGÁS

- La tecnología del biogás se ha visto particularmente perjudicada con los recientes cambios normativos sobre los parámetros de retribución.
- Hay quien observa la obtención del recurso como una de las principales barreras para el desarrollo del biogás. Algunos expertos apuntan en particular la competencia con la alimentación animal y otros subproductos de la industria agroalimentaria.
- Falta de un marco normativo y fiscal para otros usos (p.ej. inyección en red de biometano).
- Falta de coordinación entre administraciones públicas para apoyar esta tecnología, en concreto entre el Ministerio de Industria, Energía y Turismo y el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (o consejerías autonómicas). Falta de coordinación entre los objetivos energéticos del biogás con las políticas medioambientales y agrícolas.
- Falta de apoyo para el aprovechamiento del calor residual. ■

## 6. Modelo distribuido

### 6.1. Definición de energía distribuida

No existe una definición consensuada para la generación de energía distribuida, algunas de las definiciones encontradas en la bibliografía son:

— El Consejo Internacional sobre Grandes Sistemas Eléctricos (CIGRE) define la generación distribuida como todos los generadores con una capacidad máxima entre 50 MW a 100 MW, conectados al sistema eléctrico de distribución y que no están diseñados ni despachados de forma centralizada. Esto último implica que la generación distribuida no forma parte del control del operador de la red eléctrica de transporte. Por tanto, no considera generación distribuida a los generadores instalados por las compañías eléctricas y que son despachados por el operador de la red eléctrica de transporte.

— La Agencia Internacional de la Energía en 2002 la definió como la producción de energía en las instalaciones de los consumidores o en las instalaciones de la empresa distribuidora, suministrando energía directamente a la red de distribución, en baja tensión. Asimismo se asocia a tecnologías como motores, mini- y micro-turbinas, pilas de combustible y energía solar FV.

En general y la definición que hemos aceptado para la realización de este estudio, se entiende como generación de energía distribuida, las instalaciones con las siguientes características:

- Pequeña potencia ubicada en puntos cercanos al consumo.

- Conectada a la red de distribución
- Es frecuente que una parte de dicha generación sea consumida (“técnicamente”) por la misma instalación y el resto se exporte a una red de distribución.
- No existe una planificación centralizada de dicha generación y no suele despacharse centralizadamente.
- La potencia de los grupos suele ser menor de 20 MW.
- En España, todos los centros de producción de renovables con una potencia instalada total mayor de 5 MW deben ser controlados por un centro de control conectado directamente al Centro de Control de Energías Renovables (CECRE).

Los modelos de generación distribuida consistirían en un conjunto de sistemas de generación eléctrica que se encuentran conectados dentro de las redes de distribución, debido a que se caracterizan por su pequeña potencia y por su ubicación en puntos cercanos al consumo, propiedad del usuario o de una compañía eléctrica, que se puede conectar directamente al consumidor o a la red de transporte o distribución.

También se considera energía distribuida a las instalaciones aisladas (no conectadas a la red eléctrica), aunque en el caso español con una red eléctrica muy extensa estas instalaciones son minoritarias.

La tecnología, disponible para proyectos de generación distribuida, incluye todo tipo de energías renovables (fotovoltaica, aerogeneradores, minihidráulica, biomasa, geotérmica, etc.), como de energía convencional (máquinas de combustión interna, máquinas de combustión externa -"Stirling"-, microturbinas, celdas de combustible, etc.).

Como ya se ha explicado, en este estudio solo se han tenido en cuenta ciertas tecnologías renovables.

Esta generación de energía eléctrica distribuida basada en energías renovables se verá apoyada en un futuro por la extensión del uso del vehículo eléctrico como forma de almacenamiento también distribuido (en hogares y empresas).

Actualmente no existen impedimentos técnicos o tecnológicos para desarrollar redes de generación distribuida, se trata más bien de una cuestión de voluntad política.

## 6.2. Definición de actividades

Aunque cada tecnología de generación eléctrica mediante fuentes renovables tiene sus propias características y actividades relacionadas, se pueden identificar ciertas etapas del proceso productivo que son comunes para todas las tecnologías.

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



Figura 8. Etapas para desarrollo de proyectos energía distribuida.

■ **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, y evaluación de ofertas y contratación.

En la etapa de promoción de proyecto existe bastante diferencia entre los proyectos enfocados al sector industrial de aquellos enfocados al sector doméstico.

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

■ **Evaluación del recurso renovable:** 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.

■ **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 aquellos que la almacenan hasta su uso.

El diseño de la instalación según la complejidad de la misma lo puede realizar el propio fabricante de los equipos principales (sector doméstico) o una ingeniería especializada. La mayoría de las veces el propio instalador puede realizar el diseño de la instalación al tratarse de diseños sencillos.

■ **Financiación:** esta etapa se ve especialmente simplificada en la generación distribuida siendo en la mayoría el usuario final quién realiza la financiación. Es importante en la generación de energía de pequeña potencia el papel de las Empresas de Servicios Energéticos (ESE) como nuevos actores que gestionan la financiación de las instalaciones. Sin embargo, en las tecnologías de la biomasa y el biogás una etapa de financiación más convencional sigue siendo necesaria.

■ **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 (empleo...).

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 eléc-

trico para las interconexiones, componentes electrónicos, telecomunicaciones, baterías para la acumulación de electricidad, etc.

■ **I+D+i:** la fabricación de equipos en el sector de las energías renovables tiene asociada una alta actividad de investigación, desarrollo e innovación. Esta característica es intrínseca a todo el sector y en particular para los equipos de pequeña potencia se ve intensificada al ser una tecnología más inmadura. Aunque los equipos tienen sus propias características y están adquiriendo un creciente interés para los fabricantes con la investigación asociada al desarrollo de los productos que conlleva. Cabe destacar la investigación del CENER o el CIRCE (Universidad de Zaragoza) en el sector minieólico en general o del Instituto de Energía Solar (IES) de la Universidad Politécnica de Madrid en la integración arquitectónica de los módulos fotovoltaicos.

■ **Construcción e instalación:** la fase de obra civil sólo las requieren las instalaciones de media potencia como aquellas para la generación de electricidad para el consumo de pequeñas poblaciones o en procesos industriales donde se puede llegar a requerir para la instalación de grandes calderas de biomasa.

La instalación se suele subcontratar a empresas instaladoras. Estas tienen una gran importancia sobretodo en el sector doméstico: instalación de módulos fotovoltaicos sobre tejado, aerogeneradores de minieólica, etc. 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.

■ **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, dado que es una fase necesaria durante toda la vida útil de la instalación.

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. Se espera que este modelo se pueda extender a la generación eléctrica distribuida.

■ **Servicios:** en esta etapa se incluyen muchas tareas que temporalmente se realizan en paralelo al resto de las fases: servicios jurídicos y administrativos, intermediación financiera, auditorías, consultoría, seguridad y aseguramiento de las instalaciones... Si bien es cierto que esta fase tiene menos peso en instalaciones de pequeña potencia que en las grandes centrales.

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

En el caso de la biomasa, 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 y empleo, por lo que resulta interesante estudiar en detalle su proceso productivo.

Puesto que la materia prima tiene diferentes procedencias 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 9. Etapas para la obtención y preparación de la biomasa.

■ **Gestión forestal, silvícola o agrícola:** para la obtención del recurso biomásico es necesario que exista una fase previa de gestión sostenible del monte o ámbito agrícola, que permita el uso sostenible de los residuos que se generan.

Esta fase también incluye, la corta que se define como la operación propiamente forestal o agrícola, que genera el residuo. Fase no mecanizada, se realiza de forma manual mediante tijeras manuales, desbrozadoras, hachas, etc.

■ **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 dos etapas:

- 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 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 puede emplear calores de otros procesos de la planta para este efecto, de esta manera el proceso total será energéticamente más eficiente.

■ **Preparación 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.

■ **Transporte:** la materia prima antes de la realizar el tratamiento, es un combustible de baja densidad energética, por lo que se debe transportar en 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).

■ **Tratamiento:** el objetivo del tratamiento de la materia prima es transformar el material hasta conseguir el producto final 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.

■ **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.

### 6.3. Definiciones para el desarrollo del autoconsumo

#### Autoconsumo y balance neto anual

El autoconsumo mediante un sistema de balance neto es una medida muy útil para potenciar la generación de energía distribuida.

El autoconsumo se basa en que los propios consumidores (tanto domésticos como industriales) puedan producir su propia energía mediante pequeñas instalaciones situadas en el punto de consumo. Así los consumidores pasan a ser propietarios de las unidades de producción.

Las tecnologías más apropiadas para este sistema son la energía fotovoltaica y la energía minieólica, pues son fáciles de instalar en los edificios.

Para que el autoconsumo se pueda desarrollar tiene que existir una normativa adecuada que permita regular las instalaciones y establecer un procedimiento administrativo.

El sistema que proponemos en este estudio es el sistema de “balance neto anual”, sistema utilizado en muchos países que tienen regulado el autoconsumo. Con este sistema la energía que produce la instalación y no se utiliza en el mismo momento (excedente) se vierte a la red y se usa posteriormente. Así la red eléctrica se utiliza para gestionar la energía producida, sustituyendo la función que tendrían las baterías.

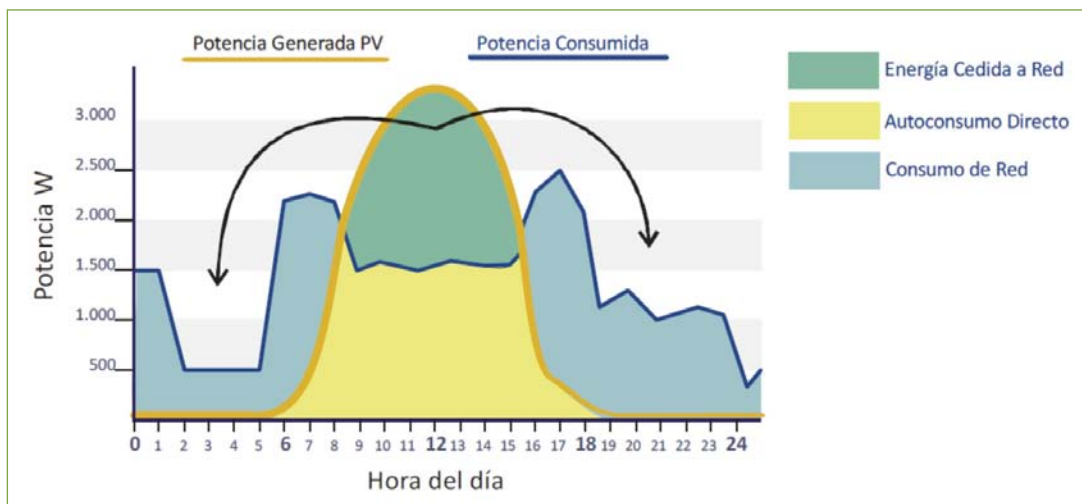


Figura 10. Autoconsumo con balance neto.

En cualquier caso el usuario (productor-consumidor) no es remunerado por la energía eléctrica vertida a la red si no que se le descuenta de su consumo eléctrico. Es decir, el usuario paga por la energía que consume, descontándole la producción de electricidad inyectada a la red. El cómputo o balance se realiza de manera anual.

Si al final del año, se produce más energía de la que se consume, se pierde. Es decir que el derecho a un consumo diferido por la energía que se produce queda limitado a un año. Esta restricción asegura que las instalaciones sean pequeñas, dimensionadas según el consumo que se espera cubrir.

Para poder realizar esta medición se necesitan contadores bidireccionales que computen tanto la electricidad consumida, como la vertida a la red (miden la corriente eléctrica en ambos sentidos).

En un balance anual la compensación no tendría que ser uno a uno, sino que se podría asumir el pago de un “peaje” por utilizar la red como batería. En otras palabras, por cada kWh vertido a la red, el usuario podría recuperar 0,85 kWh o el porcentaje que se estableciera.

El sistema de “balance neto” recogido en esta propuesta se enfrenta al sistema de “autoconsumo instantáneo” que está planteando el Gobierno (todavía pendiente de aprobación). Según este sistema toda la energía producida se debe consumir en el momento y no se permite verter electricidad a la red.

El sistema de autoconsumo instantáneo es poco eficiente ya que las instalaciones se dimensionan muy por debajo del consumo medio anual, por lo que la inversión es menos rentable.

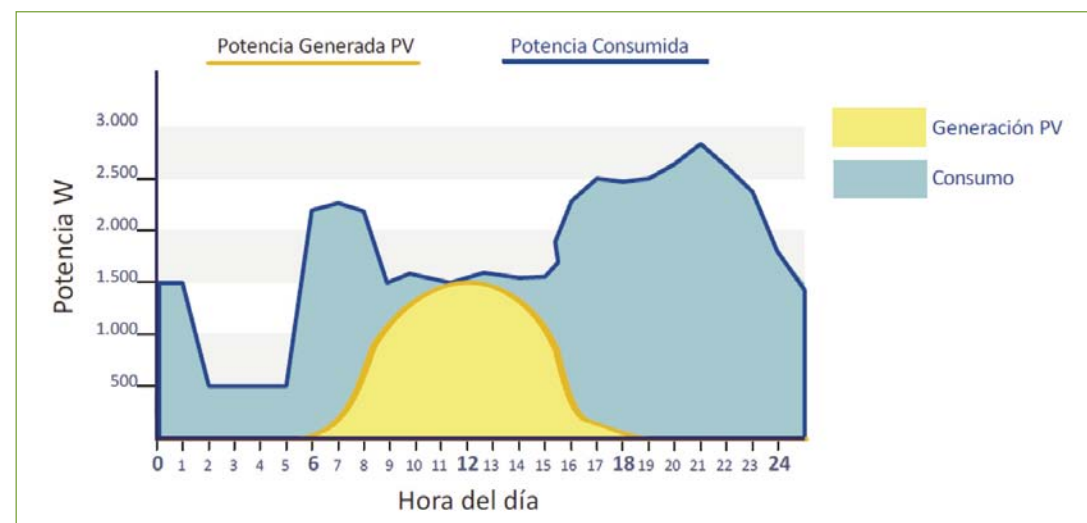


Figura 11. Autoconsumo instantáneo.

Por otro lado, en el caso de las instalaciones fotovoltaicas -las más apropiadas actualmente para estos sistemas- el pico de producción se produce a medio día, mientras que el consumo máximo en los edificios residenciales se produce a última hora de la tarde (a partir de las 20h) cuando ya no hay mucho sol.

La solución que está dando la industria a este desfase entre la máxima producción y la máxima demanda, es el instalar baterías para almacenar la energía sobrante. Esto encarece mucho la instalación, pues las baterías pueden llegar a suponer un tercio del precio de una instalación típica de autoconsumo.

Por otro lado a nivel global, si estudiamos el sistema eléctrico español, esta solución va en contra del buen funcionamiento del sistema pues precisamente a mediodía es cuando hay una mayor necesidad de electricidad y también es cuando es más cara. Trasladar esta producción a última hora de la tarde no tiene sentido a nivel global.

## Paridad de red

Se espera que el autoconsumo despegue en nuestro país, ya que se ha alcanzado lo que se denomina la “paridad de red” en varias regiones y en poco tiempo se habrá alcanzado en todo el territorio español.

La paridad de red es el momento en que el precio de la electricidad en los puntos de consumo (el precio que paga el consumidor final) es igual al precio que cuesta producir dicha electricidad en los puntos de consumo.

Para realizar el cálculo del precio que cuesta producir un kWh con cada una de las tecnologías renovables se deben tener en cuenta todos los costes asociados al sistema a lo largo de su vida útil y la producción energética que va a tener la instalación a lo

largo de su vida útil. Por lo tanto es un valor que varía con cada instalación ya que depende de diferentes variables: vida media útil, inversión inicial, costes de operación y mantenimiento, producción eléctrica (también según recurso), ratio de pérdida de eficiencia, etc.

La paridad de red se alcanza en distintos momentos según la localidad y las tecnologías utilizadas. Por ejemplo, en el caso de la fotovoltaica en cada región varía la radiación y por lo tanto la producción y rentabilidad de las instalaciones.

Según varios análisis la paridad de red en fotovoltaica se ha alcanzado ya en varias regiones de España, en las zonas con mayor radiación, en Canarias, en el sur de la Península e incluso en Madrid desde el año 2011.

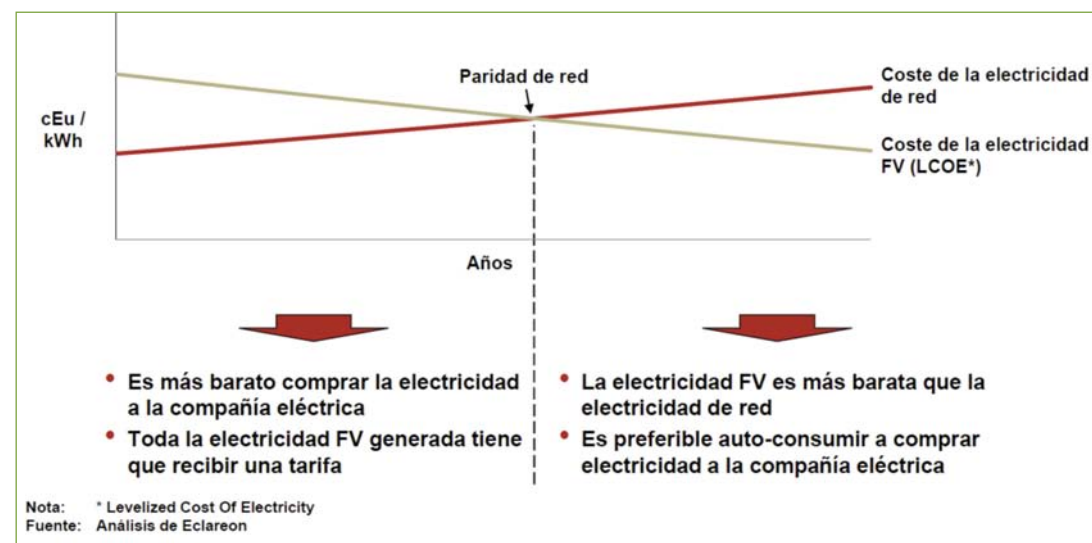


Figura 12. Esquema paridad de red.

Fuente: Eclareon.



Además al seguir subiendo el recibo de la electricidad, como se espera, el autoconsumo será cada vez más rentable.

En otros países como Alemania, México, Italia o EEUU (47 de los 51 Estados en 2011) también se ha alcanzado la paridad de red en el caso de la tecnología fotovoltaica. Estos países ya tienen regulado el sistema de autoconsumo con balance neto. ■

## 7. Escenarios de energía y empleo

### 7.1. Escenarios energéticos por tecnología

#### Fotovoltaica

El objetivo es instalar 11.261 MW de potencia fotovoltaica en 10 años. De esta potencia, un 44% corresponde a instalaciones para edificios residenciales (o mayoritariamente residenciales) y un 56% corresponde a edificios o instalaciones industriales.

Para fijar el objetivo se han tenido en cuenta varias hipótesis.

En la actualidad, a nivel internacional pero sobre todo en España, no se espera que la tecnología fotovoltaica vuelva al sistema de incentivos de primas que ha tenido hasta la actualidad. La incertidumbre regulatoria que vive el sector debido a la política energética de los últimos años (medidas retroactivas), hace muy difícil que los inversores vuelvan a tener confianza en un sistema que requiere una estabilidad regulatoria y política a lo largo de 20 ó 25 años.

Por otro lado la espectacular bajada de costes de esta tecnología, hace que su instalación sea rentable bajo ciertos supuestos sin la necesidad de incentivos económicos.

El escenario que planteamos está basado en un sistema de autoconsumo mediante balance neto anual. Esta propuesta se ha desarrollado en capítulos anteriores.

Otra medida importante para alcanzar el objetivo planteado es ampliar la obligatoriedad de instalación de nueva potencia fotovoltaica fijada en el HE5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica del Código Técnico de la Edificación (CTE).

Con estas dos medidas principales, así como las medidas adicionales que se detallan en el siguiente capítulo, un objetivo ambicioso y realista es conseguir en 10 años una penetración de energía fotovoltaica en edificios del 15% del parque actualmente existente, según censo 2011.

Estas instalaciones, las denominaremos instalaciones “domésticas”, con una potencia media de 4 KWp.

Por otro lado, también se tienen en cuenta las aplicaciones industriales tanto en los sectores industriales productivos como en los servicios, el comercio y la hostelería. En este caso la potencia total instalada puede ser mayor, ya que la rentabilidad de las instalaciones es mayor cuanto mayor sea el consumo. Así para las industrias con alto consumo eléctrico será más rentable la instalación de sistemas fotovoltaicos. El tamaño medio de las instalaciones para fines industriales también es mayor, de 50 KWp.

Además, es importante considerar que el sector industrial tiene una mayor facilidad para llevar a cabo las inversiones iniciales necesarias.

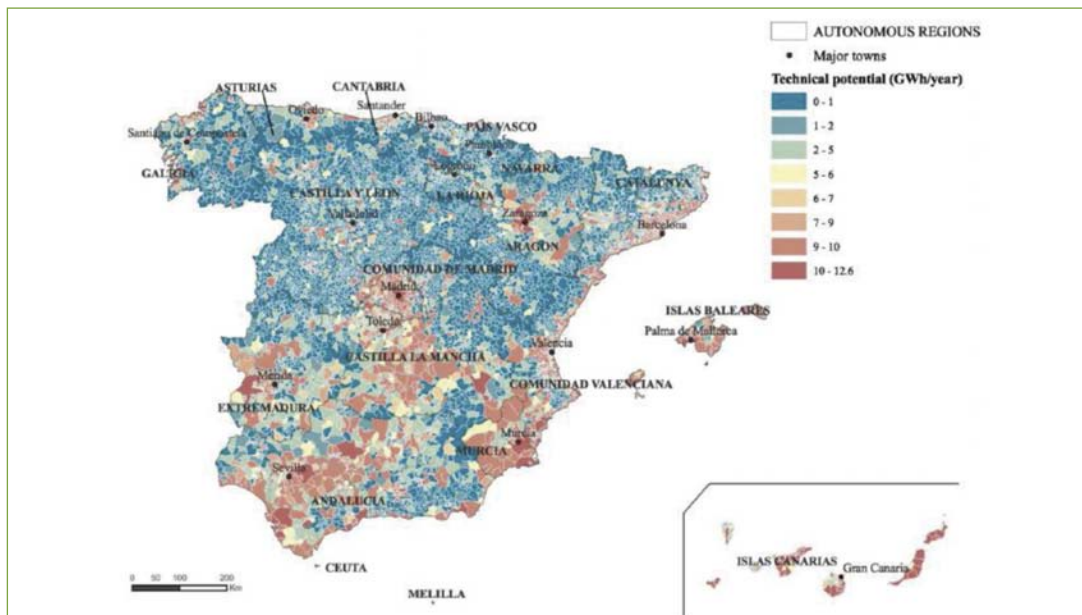
La potencia instalada total en 10 años es:

- Instalaciones domésticas: 5.005 MW, 1.251.250 de instalaciones en edificios.
- Instalaciones industriales: 6.256 MW.
- Total: 11.261 MW.

Se plantea un ritmo de instalación creciente a lo largo de los diez años, pues en el caso de esta tecnología al no contar con ninguna ayuda económica, hay que considerar

durante los primeros años un mayor desconocimiento por parte de los usuarios de los beneficios económicos que implica, que se irá superando por el “efecto contagio” y el crecimiento del mercado. También hay que tener en cuenta que cuanto más suba el precio de la electricidad mayor será la motivación para la instalación.

La distribución geográfica de las instalaciones no se especifica. Según un estudio del SCIC<sup>9</sup>, el potencial técnico para la instalación de energía fotovoltaica en tejados, se distribuye según se indica en la siguiente figura.



**Figura 13.** Distribución geográfica del potencial técnico fotovoltaico en tejado.

Fuente: SCIC.

9. Izquierdo, S. Rodrigues, M. Fueyo, N. “A method for estimating the geographical distribution of the available roof surface area for large-scale photovoltaic energy-potential evaluations. Solar Energy”.

## Eólica de pequeña y media potencia

El escenario previsto para la de eólica de pequeña y media potencia es instalar un total de 595 MW en diez años. La propuesta incluye un 50% de instalación en suelo y un 50% de instalación en edificios.

El plan considera tres tramos de potencia:

1. En primer lugar, se pretende la instalación de 200 MW de eólica de media potencia correspondiente a aerogeneradores de entre 60 a 100 kW. Este tipo de instalaciones están pensadas para aplicaciones industriales y para municipios. La ubicación idónea son espacios abiertos y entornos periurbanos expuestos al viento. Estas instalaciones son muy útiles para el sector agropecuario: en bodegas, explotaciones agroganaderas, etc. Otro tipo de aplicaciones que se incluyen en este tramo son los pequeños parques e instalaciones que pudieran promoverse desde las administraciones públicas o entidades privadas para proveer de electricidad a comunidades locales y municipios. Se podrían desarrollar bajo modelos de titularidad municipal, propiedad compartida o mediante cooperativas.
2. Adicionalmente, se contemplan 100 MW de energía minieólica de instalaciones tipo de 5-10 kW. Su localización puede darse en espacios abiertos, entornos periurbanos y zonas urbanas. Aplicaciones características de este tramo son la utilización de minieólica para aplicaciones domésticas, dar suministro a sistemas de telecomunicaciones, sistemas de recarga de vehículos eléctricos o iluminación viaria.

3. Y por último, se apuesta por el tramo de minioeólica integrada en edificios con una penetración del 3% del parque existente de edificios<sup>10</sup>, lo que representa una potencia equivalente de 295 MW. Este tipo de aerogeneradores están diseñados para aprovechar las corrientes turbulentas que se originan en los propios edificios en los espacios urbanos.

Se ha dado especial relevancia a la integración de eólica en edificios –a pesar de su diferente grado de madurez respecto a las instalaciones en suelo– en respuesta al espíritu de las directivas europeas de renovables y eficiencia energética. En particular, por los objetivos a futuro de edificios de consumo de energía casi nulo, capaces de autoabastecerse.

En relación al ritmo de instalación, se ha planteado una velocidad constante anual.

## Biomasa

El escenario construido para esta tecnología contempla la instalación de nuevas plantas únicamente a partir del aprovechamiento de la biomasa actualmente disponible.

El recurso necesario para poder desarrollar este plan (10.181.539 toneladas) es el equivalente a un 20% del recurso potencial disponible de acuerdo al análisis realizado para el Plan de Energías Renovables 2011-2020 (ver tabla más abajo). En otras palabras, se trata de emplear biomasa que ya existe, está disponible y es movilizable pero que no se le está dando un rendimiento económico. En este punto es importante señalar que no se contabiliza todo el potencial basado en la implantación de nuevas masas herbáceas y leñosas, es decir, cultivos energéticos, por razones ecológicas y económicas.

<sup>10</sup>. Se ha definido como parque actual de edificios los inmuebles existentes de acuerdo a los últimos datos disponibles del censo 2011 y el inventario de edificios de la Administración General del Estado.

La biomasa de carácter residual es la que tiene mayor protagonismo en este plan (restos madereros y restos agrícolas herbáceos y leñosos).

**Tabla 3. Objetivos en potencia eléctrica instalada.**

	Potencial disponible (t/año)	Recurso biomasa a aprovechar
Forestal árbol completo existentes	15.731.116	3.146.223
Restos aprovechamientos madereros	2.984.243	596.849
Restos agrícolas herbáceos	13.586.579	2.717.316
Restos agrícolas leñosos	18.605.756	3.721.151
<b>TOTAL</b>	<b>50.907.694</b>	<b>10.181.539</b>

En términos de potencia, aprovechar adicionalmente un 20% del recurso disponible en diez años es lograr una potencia total acumulada de alrededor de 1.000 MW. Desde el punto de vista del recurso resulta perfectamente viable gracias al aprovechamiento de biomasa leñosa y herbácea.

Se consideran tres tipos de plantas:

Tipo 1. Plantas de pequeño tamaño, de alrededor de 5 MW (no potencias inferiores por su menor eficiencia).

Tipo 2. Plantas de tamaño medio próximo a los 15 MW, aunque en menor proporción.

Tipo 3. Cogeneraciones con biomasa vinculadas al sector industrial.

En cuanto a la caracterización según el recurso utilizado se consideran plantas que utilizan recurso forestal, plantas que aprovechan restos agrarios (paja cereal, olivar, etc.). En relación al ritmo de instalación, se ha planteado una velocidad constante anual.

## Biogás

El escenario para esta tecnología se ha construido en base a nuevas instalaciones que aprovechen biogás de origen agroindustrial. No se ha considerado el biogás de vertederos o lodos de depuradora.

No se tiene en cuenta el biogás producido a partir de vertederos ya que en un horizonte temporal cercano y en cumplimiento de la Estrategia de desvíos de residuos biodegradables de vertederos<sup>11</sup> se establece la necesidad de evitar el vertido de residuos biodegradables en vertedero para evitar los graves impactos ambientales que esta forma de gestión lleva asociados.

Tanto en la estrategia mencionada como en el Real Decreto 1481/2001<sup>12</sup> se establece que para 2016 la cantidad total (en peso) de residuos urbanos biodegradables destinados a vertedero no superará el 35% de los niveles en 1995, lo que confirma que éste no será un recurso disponible en el futuro cercano. Estos objetivos se unen a los recientemente propuestos por la Comisión Europea<sup>13</sup> en el sentido de evitar el vertido de materiales reciclables, entre los que incluyen los biorresiduos.

11. Publicada como parte del Plan Nacional Integrado de Residuos en Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015.

12. Real Decreto 1481/2001 de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

13. [http://ec.europa.eu/environment/waste/target\\_review.htm](http://ec.europa.eu/environment/waste/target_review.htm)

El objetivo final es lograr el aprovechamiento de un 50% de los residuos actualmente disponibles para la generación de biogás.

Como recurso disponible, se tienen en cuenta los datos proporcionados por el Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino y utilizados para la elaboración del Plan de Energías Renovables 2011-2020.

Se tienen en cuenta como recursos disponibles, los estiércoles y purines, los residuos de origen animal (SANDACH) y los residuos agroindustriales. En total se cuenta con un volumen anual de 1.929.920.292 m<sup>3</sup>.

**Tabla 4. Resumen de la producción de subproductos agroindustriales y su potencial productivo de biogás.**

TIPOS DE SUBPRODUCTOS	Tm/año o m <sup>3</sup> /año	PRODUCTO % SOBRE TOTAL	PRODUCCIÓN BIOGÁS (m <sup>3</sup> /año)	BIOGAS % SOBRE TOTAL
<b>Estiércoles y purines</b>				
Estiércol y gallinaza (Tm)	28.248.845	35,82%	1.029.806.723	53,36%
Purines porcino (m <sup>3</sup> )	45.960.512	58,27%	497.234.118	25,76%
<b>SUBTOTAL</b>	<b>74.209.357</b>	<b>94,09%</b>	<b>1.527.040.842</b>	<b>79,12%</b>
<b>SANDACH</b>				
Harinas.- CAT. 2 (Tm)	117.050	0,15%	54.896.450	2,84%
<b>SUBTOTAL</b>	<b>117.050</b>	<b>0,15%</b>	<b>54.896.450</b>	<b>2,84%</b>
<b>RESIDUOS AGROINDUSTRIALES</b>				
Vegetales (Tm)	125.000	0,16%	13.250.000	0,69%
Industrias agrícolas y ganaderas (Tm)	4.400.000	5,58%	321.013.000	16,63%
Glicerina (m <sup>3</sup> )	20.000	0,03%	13.720.000	0,71%
<b>SUBTOTAL</b>	<b>4.545.000</b>	<b>5,76%</b>	<b>347.983.000</b>	<b>18,03%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>78.871.407</b>	<b>100,00%</b>	<b>1.929.920.292</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: MARM.

Es importante tener presente que el potencial disponible, no es el potencial total de toda la materia prima técnicamente aprovechable, ya se tienen en cuenta numerosas restricciones. El potencial disponible se define como la parte del potencial total que puede ser objeto de gestión (se descartan los materiales cuya recogida y transporte son prácticamente imposibles), una vez descontados los usos alternativos (residuos que tienen salidas más atractivas en los mercados, como en la alimentación animal).

En términos de potencia, aprovechar el 50% del recurso disponible actualmente, corresponde a 360,3 MW.

En este escenario se tienen en consideración dos tipos de instalaciones:

Tipo 1: Plantas pequeñas, con un tamaño medio de 500 KW.

Tipo 2: Plantas grandes, de entre 15-20 MW. En este caso, la prioridad es que las plantas de tratamiento de purines con cogeneración asociada actualmente disponibles<sup>14</sup> utilicen el biogás como combustible.

La mayor parte de las instalaciones se consideran de tipo 1, por motivos medioambientales y económicos.

En relación al ritmo de instalación, se ha planteado una velocidad constante anual.

En la siguiente tabla se resumen los escenarios energéticos, señalando para cada una de las tecnologías, la potencia que se instalaría anualmente (*potencia anual*) y la potencia total instalada al cabo de los diez años (*potencia acumulada*).

Tabla 5. Resumen escenarios energéticos.

TECNOLOGÍA	POTENCIA (MW)	
	ANUAL*	ACUMULADA
BIOGÁS	36	360
BIOMASA	102	1.018
FOTOVOLTAICA	1.922	11.261
EÓLICA	59	595
<b>TOTAL</b>	<b>2.119</b>	<b>13.234</b>

\* NOTA: La potencia anual se referencia para el año 10, ya que para el caso de la energía fotovoltaica no se ha contemplado un ritmo de instalación constante.

14. A fecha de cierre de este informe la Asociación para el Desimpacto Ambiental de los Purines (ADAP) había pronosticado el "cierre total" de las plantas que tratan los excedentes de purín del sector porcino de no modificarse la nueva normativa de renovables, la cogeneración y tratamiento de residuos.

## 7.2. Escenarios de empleo

A partir de estos escenarios energéticos, se ha realizado el cálculo de creación de empleo que conllevarían, teniendo en cuenta solo los nuevos puestos de trabajo. Es decir, son trabajos adicionales a los ya existentes.

En el caso de la tecnología fotovoltaica se ha utilizado una metodología input-output, tomando como modelo las tablas elaboradas por UNEF<sup>15</sup> con pequeñas variaciones.

Para el resto de las tecnologías a partir de la revisión bibliográfica, las entrevistas a expertos y los estudios de caso se ha calculado el empleo asociado a cada una de las plantas/instalaciones tipo detalladas en el epígrafe anterior.

Se tiene en cuenta el empleo asociado a toda la cadena de valor, desde la fabricación de equipos, la instalación y montaje, operación y mantenimiento, aprovisionamiento de materia prima, etc.

A partir de estos datos de empleo por planta tipo, se extrapola a cada uno de los escenarios planteados.

El cálculo del empleo indirecto se ha estimado mediante el uso de coeficientes multiplicadores diferenciados para cada tecnología.

Además se debe tener en cuenta que queda fuera del alcance del estudio varias actividades que pueden tener una importancia creciente en el empleo en el medio-largo plazo, como por ejemplo:

- Las actividades relacionadas con la formación y la sensibilización de la sociedad, en muchos casos desarrolladas por entidades locales y administraciones. Este tipo de actividades ya se están desarrollando y en un modelo de generación de energía distribuida y sobre todo en los casos de autoconsumo, consideramos que su importancia será cada vez mayor. Los consumidores finales van a jugar un papel más activo en el sistema energético por lo que tendrán que estar más formados e informados.
- Las actividades relacionadas con las redes inteligentes. Se considera que en una primera fase de penetración de energía distribuida no es necesario realizar adaptaciones en las redes, sin embargo según aumente este tipo de generación eléctrica irán aumentando las actividades relacionadas con la gestión de las redes, electrónica de potencia, almacenamiento eléctrico, desarrollo de domótica para la gestión de la demanda, etc. Las tecnología de información y comunicación (TIC), tendrán mucha importancia en estas actividades.

Los resultados indican que el empleo potencial asociado al desarrollo del plan propuesto a diez años sería de 135.779 puestos de trabajo totales. De éstos, 79.111 serían empleos directos y 56.668 empleos indirectos.

El empleo en las actividades de fabricación e instalación son 49.820 puestos de trabajos directos; las tareas de operación y mantenimiento emplearían directamente a 29.291 personas al final del plan propuesto.

Por tecnologías, la biomasa sería la que más empleo crearía, 35.725 puestos de trabajo directos, seguido por la fotovoltaica con 31.715 personas. El biogás ocuparía a 7.205 trabajadores y la minieólica 4.466.

15. Metodología utilizada en "Impacto Macroeconómico del modelo de balance neto propuesto por UNEF" Unión Española Fotovoltaica Octubre 2013.

A continuación se presentan los principales resultados de empleo potencial en una tabla resumen.

**Tabla 6.** Resumen empleo generado por tecnología.

TECNOLOGÍA	EMPLEO				TOTAL
	FABRICACIÓN E INSTALACIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	TOTAL DIRECTO	TOTAL INDIRECTO	
BIOGÁS	721	6.485	7.205	7.385	14.590
BIOMASA	23.350	12.375	35.725	31.438	67.163
FOTOVOLTAICA	22.224	9.491	31.715	14.272	45.987
MINIEÓLICA	3.526	941	4.466	3.573	8.040
<b>TOTAL</b>	<b>49.820</b>	<b>29.291</b>	<b>79.111</b>	<b>56.668</b>	<b>135.779</b>

El empleo en **instalación** se define como los puestos de trabajo necesarios para realizar las actividades de fabricación (aerogeneradores, turbinas, calderas, paneles) de componentes y equipos de apoyo, montaje, obra civil e instalación. También se incluyen las tareas de gestión (administración y compras) y comercialización, así como la investigación, desarrollo e innovación tecnológicas -intrínsecas a la fabricación en el sector de las renovables-.

El empleo en instalación se relacionada con la potencia instalada cada año. A excepción de la energía solar fotovoltaica, se ha decidido que la potencia a instalar cada año fuera la misma.

El empleo en **operación y mantenimiento**, considera los trabajos relacionados con la operación de las plantas, gestión, comercialización de electricidad u otros subproductos, aprovisionamiento y logística del combustible (en el caso de la biomasa y el biogás).

También los trabajos relacionados con el mantenimiento preventivo con revisiones periódicas anuales, tanto las visuales de primer nivel, como las que requieren un ajuste a toda la instalación; y el mantenimiento correctivo llevado a cabo por empresas especializadas, también se considera el tiempo de atención que el fabricante como soporte al instalador o cliente para la resolución de incidencias.

El empleo de las labores de operación y mantenimiento se calcula como los puestos de trabajo nuevos que se crearán para dar operación a la potencia total acumulada en 10 años.

Se considera que son **puestos directos** todos aquellos trabajos enumerados anteriormente porque se consideran imprescindibles para el funcionamiento de las instalaciones. Estos trabajos pueden ser desarrollados por las propias plantillas de las empresas dedicadas mayoritariamente a las energías renovables, o bien, por terceros, ya sean socios colaboradores (partner tecnológicos) o empresas subcontratadas a tal efecto. Estas circunstancias no cambian el hecho de que se consideren actividades directas.

El **empleo indirecto** es el generado en otros sectores económicos por el funcionamiento y desarrollo de la industria de energías renovables de pequeña potencia a lo largo de la cadena de valor.

Se ha despreciado la estimación del empleo potencial inducido en el conjunto de la economía española.



Los empleos cuantificados se refieren a puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo. Muchas empresas y sus plantillas desarrollan actividades en otros sectores o tipos de energía, y solo se cuantifican las horas dedicadas a las actividades estudiadas.

Es probable que transcurridos los 10 años y como resultado de la industrialización y automatización de procesos, se optimizarán las ratios de empleo particularmente para las tecnologías renovables menos implantadas como la minieólica. No obstante, se ha despreciado este factor.

### 7.3 Valoraciones sobre el empleo

Es destacable el papel de la industria española en este sector en la **fase de fabricación**. El sector tiene capacidad técnica y profesionales suficientes para cubrir los escenarios planteados con tecnología propia. Actualmente existen muchos fabricantes españoles de equipos y componentes en todas las tecnologías estudiadas. Sobre todo en el sector fotovoltaico, se ha producido una reducción del tejido industrial existente y los fabricantes que se mantienen se están enfocando principalmente a la exportación de equipos.

Es destacable el **esfuerzo en I+D+i** del sector en general. En concreto en el caso de la minieólica casi todos los fabricantes de aerogeneradores tienen diseños y patentes propias y el desarrollo de productos es continuo. Son los fabricantes y agentes más activos en el sector minieólico los que a través de sus partidas están contribuyendo al I+D+i de esta tecnología.

También las universidades españolas y los centros tecnológicos como el CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas) y el CEDER

están implicados en el ámbito de la investigación de la eólica de pequeña potencia, liderando distintos proyectos europeos.

En los últimos años cobran especial relevancia los proyectos de investigación para impulsar el desarrollo y expansión de la energía minieólica en las ciudades, como los proyectos europeos WINDUR o SWIP. Éste último coordinado por el Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos (CIRCE) con el objetivo de lograr el diseño de miniturbinas de bajo coste para la integración en edificios.

En las aplicaciones de generación de energía distribuida las **actividades de operación y mantenimiento** tienen un peso muy diferente según hablemos de las tecnologías de la biomasa y el biogás o de las tecnologías fotovoltaica y minieólica. En el primer caso, el empleo en operación y mantenimiento es muy importante pues el funcionamiento normal de las plantas implica muchas actividades ya mencionadas. En el segundo caso, las actividades de operación y mantenimiento son más reducidas. Se trata de aplicaciones bastante sencillas que no requieren mucho mantenimiento, además, al estar enfocadas al sector doméstico se diseñan pensando en que el usuario final, al ser un particular, no va a realizar un mantenimiento como el que llevaría a cabo una empresa. Esto por un lado es positivo porque reduce mucho los costes, aunque no se genera mucho empleo en esta fase. Sin embargo, aunque actualmente esta es la realidad del sector habrá que corroborar en un futuro, cuando el modelo esté más extendido, si las tareas de mantenimiento siguen teniendo poco peso en los sectores de la fotovoltaica y la minieólica.

El Código Técnico de la Edificación (CTE) obliga a un mantenimiento preventivo de las instalaciones de energía solar fotovoltaica (o eólica) en edificios por parte de técnicos competentes. Se debe realizar como mínimo una revisión semestral. Cuando estos planes preventivos se extiendan, se deberá estudiar el impacto sobre el empleo.

Estudios precedentes de ISTAS, en particular en el “Estudio sobre el empleo asociado al impulso de las energías renovables en España 2010” señalan en cuanto a la **cualificación del empleo** que en el sector de las energías renovables en general, el empleo es un empleo de calidad, con una alta cualificación y tipo de contratación estable. En los estudios de caso llevados a cabo y según la información recogida en las entrevistas, este hecho parece mantenerse en la generación distribuida. Si bien, también se ha observado que, debido a la crisis del sector, se ha destruido mucho empleo y ha perdido estabilidad.

Los **certificados profesionales** pueden ayudar a mantener el nivel de cualificación en el sector.

En la Directiva europea 2009/28/CE sobre el fomento a las energías renovables obliga establecer sistemas de certificación profesional o sistemas de cualificación equivalentes para instaladores. En España existen los siguientes tipos de certificados de profesionalidad relacionados con las energías renovables y eficiencia energética:

- Montaje y mantenimiento de instalaciones solares térmicas
- Organización y proyectos de instalaciones solares térmicas
- Montaje y mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas
- Organización y proyectos de instalaciones solares fotovoltaicas
- Gestión del montaje y mantenimiento de parques eólicos
- Eficiencia energética de edificios

Estos certificados están gestionados por las comunidades autónomas y son válidos en toda Europa.

Se ha observado que existe de cara a futuro una **oportunidad de negocio o reconversión** de ciertos sectores tradicionales como puede ser el caso de la industria de componentes del automóvil y electrodomésticos en los que muchos trabajadores y empresas se están dedicando a la fabricación de miniaerogeneradores e incluso existen pequeños talleres que se dedican a las dos actividades. También en el caso de la recogida de biomasa, en las actividades de logística y transporte, muchos trabajadores provienen del sector de la construcción.

En el sector de la biomasa es muy importante el número de empleos que suma la **fase de recogida y preparación de la materia prima**. En estudios precedentes de ISTAS, no se había tenido en cuenta esta fase muy relacionada con los sectores agrícola y forestal (también transporte y logística), al ser un empleo disperso y difícil de contabilizar. Esta fase es muy intensiva en empleo y está muy distribuida por todo el territorio. En la fase de recogida de la materia prima, el número de empleos llega a duplicar a los trabajadores dedicados a la operación y mantenimiento de la planta.

Este empleo tiene un gran valor como dinamizador de los entornos rurales. En general todo el empleo asociado sobre todo a la tecnología de la biomasa y el biogás tiene una gran importancia para el **desarrollo rural** y la fijación de la población. Genera mucho empleo en áreas rurales y actúa como motor de arrastre para otros sectores. También en el caso de las tecnologías fotovoltaica y eólica, instaladas de forma distribuida el impacto en las economías rurales es importante. Por ejemplo, las instalaciones propiedad de municipios, aparte del empleo local implicado en la instalación y en la operación y mantenimiento, suponen una fuente de ingresos o como mínimo un ahorro económico (factura eléctrica) para las poblaciones.

No solo es importante el empleo directamente generado a partir del escenario planteado, también hay que señalar que este modelo aumenta la **sostenibilidad del em-**

**pleo ya existente** en la industria y en las explotaciones agrarias y ganaderas. Aunque no se ha hecho un estudio cuantitativo sobre este aspecto, en las entrevistas a expertos y los estudios de caso es algo que aparece de forma reiterada. Sobre todo en los casos de la biomasa y el biogás el valorizar los residuos del sector agrícola o ganadera mejora la sostenibilidad empleo, ejemplos evidentes son el caso de los purines en el sector ganadero o los residuos del olivar. Por un lado hace más rentable la actividad principal, además en el sector agrario se alargan las temporadas de trabajo, por otro lado en el sector industrial introducir energías renovables abarata los costes energéticos, factor actualmente muy importante dentro de los costes de una empresa. Esto hace a las industrias más competitivas sin tener que reducir los costes laborales. ■

## 8. Beneficios ambientales y socioeconómicos derivados

La generación de energía distribuida y el autoconsumo basado en renovables presentan muchas ventajas ambientales y sociales respecto a los modelos convencionales centralizados. Entre sus principales beneficios se encuentra su aportación a la sostenibilidad del sistema de generación, distribución y consumo de energía, aumentando el ahorro y la eficiencia energética y reduciendo su impacto ambiental. Además la transición a los sistemas de generación distribuida representa una clara oportunidad para la democratización del sistema energético y la creación de empleo de calidad.

### Un modelo energético más sostenible

La penetración de las energías renovables en el mix energético evita la importación de combustibles fósiles y de energía nuclear, reduce la dependencia energética, contribuye a la sostenibilidad de los precios a largo plazo y mejora la seguridad de suministro.

Un modelo distribuido sustentado en las energías renovables disminuye los impactos ambientales característicos de la actividad del sector eléctrico, con una especial incidencia en la reducción de residuos nucleares y emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos derivados de la producción de electricidad a partir de combustibles fósiles.

En el caso de la utilización de la biomasa ayuda también a revertir otros problemas ambientales como son la gestión de los residuos o la prevención de incendios. Por ejemplo, el aprovechamiento del biogás a partir de la biometanización de los purines permite

una gestión y tratamiento controlado de estos residuos ganaderos. Por otro lado, el empleo de la biomasa residual bajo el marco de una gestión forestal sostenible de los montes y bosques puede prevenir numerosos incendios forestales en nuestro país.

Además, los sistemas distribuidos y de autoconsumo exigen menores infraestructuras eléctricas que suponen una ocupación significativa del territorio y rechazo social. El sistema ahorraría costes por las menores inversiones necesarias y podría repercutir en un precio más bajo de la electricidad.

Por último, la mayor dispersión de la red de distribución creará un sistema eléctrico menos vulnerable a desastres naturales o a desastres provocados.

### Con mayor eficiencia energética y ahorro económico

La producción de las unidades de la generación distribuida es modular<sup>16</sup> es decir que permite una economía de producción en masa, abaratando costes y facilitando su instalación al usuario.

Desde el punto de vista de ahorro y eficiencia energética, los sistemas de generación distribuida y autoconsumo disminuyen las pérdidas de energía en el transporte y distribución de electricidad -en torno al 10% actualmente-, ya que los puntos de generación están cerca de los puntos de consumo.

A escala nacional permiten flexibilizar la gestión de la demanda. El auto-productor deja de ser un consumidor pasivo y asume conciencia sobre su consumo eléctrico,

16. *Las ventajas de la generación eléctrica distribuida*. Stamatios Diolettas, J. Lloveras. Dpto. de Proyectos de Ingeniería. Escuela Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Cataluña.

tomando acciones para ajustar su curva de consumo a su curva de producción y reducir en definitiva su consumo energético.

El buen control de la generación-consumo en las instalaciones para la generación distribuida o el autoconsumo permiten un importante ahorro en la factura eléctrica de las familias, y también una importante reducción de los costes energéticos de empresas e industrias. Más aún teniendo en cuenta que los precios de la energía cada vez serán más altos y harán más atractiva la inversión en este tipo de instalaciones.

Por tanto, desde el punto de vista del consumidor, la generación distribuida puede satisfacer sus necesidades con precios de electricidad competitivos respecto a la producción centralizada. Y del lado de la demanda, ofrece la ventaja del alivio de la red en horas punta.

Los sistemas de generación distribuida y microgeneración permiten además el aprovechamiento del calor residual obtenido en la producción de electricidad. Por el contrario, los sistemas centralizados no permiten aprovechar en forma de fluidos térmicos el calor residual que se produce debido al proceso termodinámico de reproducción de electricidad. Actualmente este calor residual que generan las centrales térmicas y nucleares sólo representa un impacto ambiental en forma de contaminación térmica en ríos y mares. Póngase como ejemplo los 4000 MW térmicos de la central nuclear de Almaraz que se desperdician anualmente –provocando el aumento de temperatura de las aguas con las que se refrigera– ya que no hay nadie en las proximidades que tenga una necesidad térmica de esta magnitud.

El modelo distribuido propuesto en este plan contempla que en su mayoría las plantas de biomasa o biogás aprovechen el calor in situ, algo que es perfectamente asumible dado el pequeño tamaño de estas instalaciones.

## La democratización del sistema energético

El modelo de generación centralizada en manos de muy pocas grandes empresas ya no es la única alternativa. En este nuevo escenario la participación y el control social sobre el sistema energético pueden llegar a ser muy importantes.

Las tecnologías renovables permiten una generación de energía distribuida y a pequeña escala en la que es posible la participación de un gran número de nuevos agentes, desde personas individuales que sean capaces de producir la energía que necesitan, hasta comunidades de vecinos, pequeñas cooperativas de productores y consumidores, PYMEs, etc. En el modelo distribuido la propiedad de las instalaciones está más repartida y no concentrada en las empresas multinacionales con capital extranjero.

La participación de ciudadanos, cooperativas y un gran número de pequeñas y medianas empresas locales y nacionales en la actividad de generación de energía restará poder al oligopolio eléctrico en cuanto a su presión a las diferentes administraciones. Y permitirá una mayor transparencia, participación y control democrático de la actividad productora de energía.

A nivel global internacional la generación distribuida mediante energías renovables también posibilita un modelo más democrático. Al ser fuentes de energía locales, se reduce la obtención y transporte de combustibles a nivel mundial lo que comporta una reducción de los impactos tanto ambientales como sociales, se acortan las desigualdades norte-sur y se evitan conflictos internacionales. Que la energía se obtenga a nivel local posibilita una mayor democratización de todas las actividades relacionadas y una mayor autonomía energética nacional.

## La creación de empleo verde y local

La generación de energía distribuida y el autoconsumo basado en renovables crea más puestos de trabajo que el modelo convencional fósil y nuclear, e incluso más que un modelo renovable basado en grandes instalaciones. Además el empleo asociado está más distribuido por el territorio que el modelo convencional basado en grandes centrales e infraestructuras y controlado por grandes corporaciones.

La democratización del sistema energético permite la entrada de nuevos actores en el sector eléctrico, impulsando de forma clara el trabajo de cooperativas y de un gran número de pequeñas y medianas empresas.

El modelo de generación distribuida y para el autoconsumo se basa en un modelo de proximidad que apoya la economía local y contribuye a la fijación de la población al territorio. En España tenemos capacidad suficiente para desarrollar una industria nacional de fabricantes, instaladores y operadores de energías renovables que cubra nuestras necesidades. Por este motivo la apuesta por los sistemas de generación distribuida y el autoconsumo representa una oportunidad para reactivar la economía, evitar la destrucción de nuestro tejido empresarial y crear empleo local de calidad.

De hecho, determinados trabajos son, por sus características intrínsecas, imposibles de deslocalizar. Sirva de ejemplo las actividades de operación y mantenimiento de las instalaciones o el suministro de biomasa o biogás que sólo podrán desempeñarse en el ámbito local.

Por otro lado, la generación distribuida a partir de tecnologías renovables también permite integrarse en el sector de la agricultura, la ganadería y pueden ser un factor clave en el desarrollo social y económico del medio rural.

Por tanto, los empleos asociados al modelo de generación distribuida ayudan a la cohesión territorial y social y crean nichos de empleo en el ámbito de las ciudades pero también en el rural.

## 8.1. Indicadores energéticos

La ejecución de este plan supondría una producción de electricidad anual en el año diez de 28.401 GWh, el equivalente al consumo eléctrico de 8.144.689 millones de hogares, lo que supondría un ahorro de 5,68 millones de toneladas equivalentes de petróleo de energía primaria.

Tabla 7. Producción energética y energía primaria equivalente por tecnología.

	POTENCIA (MW)	PRODUCCIÓN (GWh)	ENERGIA PRIMARIA (Ktep evitadas/año)
BIOGÁS	360	2.882	576
BIOMASA	1.018	7.126	1.425
FOTOVOLTAICA	11.261	16.078	3.216
EÓLICA	595	2.314	463
TOTAL	<b>13.234</b>	<b>28.401</b>	<b>5.680</b>

Este plan propone aumentar la capacidad de energías renovables mediante instalaciones distribuidas y de autoconsumo en 13.234 MW, lo que representa un 10,3% de la potencia total instalada en el territorio nacional. Y puesto que se trata de un consumo energético directo y sin pérdida de transporte podría repercutir en un 12% de penetración.

## 8.2. Emisiones evitadas

Por la producción de electricidad a partir de fuentes renovables propuesta en este plan se evitaría la emisión de 9,65 millones de toneladas de CO2 equivalente.

**Tabla 8.** Emisiones evitadas de CO2 equivalentes por producción de electricidad.

	Producción (GWh)	Emisiones evitadas KtCO2/año
<b>BIOGÁS</b>	2.882	980
<b>BIOMASA</b>	7.126	2.423
<b>FOTOVOLTAICA</b>	16.078	5.467
<b>EÓLICA</b>	2.314	787
<b>TOTAL</b>	<b>28.401</b>	<b>9.656</b>

Fuente: elaboración propia.

Además de las emisiones evitadas por la producción de electricidad, hay que tener en cuenta, en el caso del biogás, las emisiones evitadas de metano y óxido de nitrógeno por el vertido incontrolado de los purines y estiércoles. El metano y el óxido nítrico son gases de efecto invernadero con un potencial de calentamiento 21 y 310 veces superior al del dióxido de carbono, respectivamente.

### *Las emisiones totales de gases de efecto invernadero*

La reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por la digestión de purines y estiércoles es de 4,76 millones de toneladas de CO2 equivalente.

**Tabla 9.** Emisiones GEI evitadas en biogás.

	CANTIDAD DE SUBPRODUCTO PARA GENERACIÓN DE BIOGÁS (m³ o Tm)	PRODUCCIÓN DE BIOGÁS (m³)	EMISIONES DE GEI EVITADAS (TCO2 EQUIVALENTE)
PURINES	22.980.256	514.903.362	3.729.696
ESTIÉRCOLES	14.124.423	248.617.059	1.031.083
<b>TOTAL</b>	<b>37.104.679</b>	<b>763.520.421</b>	<b>4.760.778</b>

Fuente: elaboración propia.

La reducción total de emisiones de gases de efecto invernadero por la ejecución completa del plan propuesto son aproximadamente 14,42 millones de toneladas de CO2 equivalente, que a un precio medio del derecho de emisión de 15 €/t de CO2, suponen 216 millones de euros anuales que pueden ahorrarse en la compra de derechos de emisión para el cumplimiento del Protocolo de Kioto.

**Tabla 10.** Emisiones totales evitadas y ahorro económico.

Emisiones evitadas por la producción de electricidad (ktCo2 equivalente)	Emisiones evitadas por la digestión de purines y estiércoles (ktCo2 equivalente)	Emisiones totales (KtCO2 equivalente)	Ahorro económico de la compra de derechos de emisión (Meuros/año)
9.656	4.761	14.417	216

Fuente: elaboración propia.

## 9. Estudios de caso

### 9.1. Estudio de caso 1: Planta biomasa eléctrica

#### 9.1.1. Descripción general del complejo industrial Biomasa Puente Genil

El complejo industrial objeto del estudio está dedicado a la gestión integral de los residuos agrícolas del cultivo del olivo y biomasa forestal. Se encuentra ubicado en el municipio de Puente Genil, en la provincia de Córdoba, con una población cercana a los 30.000 habitantes. Pertenece a la empresa Valoriza, del grupo empresarial Sacyr.

Tiene una extensión de 16 hectáreas y funciona unas 8.000 horas anuales. Está constituido por tres sociedades que se encargan de gestionar el ciclo completo de producción de aceite y aprovechamiento de la biomasa:

- Una orujera que desarrolla las actividades relacionadas con la obtención de aceite de orujo de oliva y la obtención de biomasa (hueso de aceituna y orujillo).
- Una cogeneración mediante ciclo combinado. La energía térmica se utiliza para el secado de aproximadamente 150.000 tm/año de alperujo. La turbina gas es de 13 MW y la turbina de vapor de 4,4 MW. La producción eléctrica anual de 125.000 MWh.
- Una planta de producción eléctrica de una potencia de 9,8 MW para el aprovechamiento de biomasa agrícola de olivar (un 70%) y de biomasa forestal (un 30%).

#### *Descripción del proceso*

El alperujo se genera en grandes cantidades en las almazaras durante el procesado de la aceituna. De las almazaras se lleva a las balsas acondicionadas.

El proceso comienza con el deshuese del alperujo del que se obtiene el hueso de la aceituna, el primer producto útil del complejo. El alperujo parcialmente deshuesado va a la nave de secado donde se reduce su contenido en agua gracias al calor de los gases de combustión de la turbina de gas.

El orujo graso seco se lleva a una planta de extracción química para producir aceite de orujo para consumo humano, después de su refinación. Como subproducto se obtiene orujillo que sirve como biocombustible para producción eléctrica.

El orujo graso seco se granula con el fin de trabajar en la extractora del hexano (disolvente orgánico) con altos niveles de seguridad, y mejora en el rendimiento de la extracción. Después se obtiene el aceite de orujo de oliva.

#### *Productos finales obtenidos*

El aceite de orujo de oliva refinado, se emplea para consumo humano en la industria conservera, en restauración, aceite para freír, muy apreciado por su estabilidad, coste y cualidades alimenticias. El orujillo, sirve como combustible para la producción eléctrica y se exporta, principalmente a países como Polonia, Reino Unido, etc. El hueso de aceituna también se vende como combustible de alta calidad y también como material para la fabricación de carbón activo para filtros de cocina y de automóviles. Las cenizas del olivo son ricas en potasio y se usan como fertilizante. Las escorias con calcio se pueden usar como aglomerante estructurante. Y la producción de electricidad



sirve para abastecer a la planta. El resto se vierte a la red eléctrica. La producción de electricidad total equivale al consumo de 30.000-40.000 personas, precisamente el tamaño de la población más cercana.

### 9.1.2. Datos específicos de la planta de biomasa

La planta de generación eléctrica emplea distintas mezclas de combustibles de biomasa dependiendo de la época del año. Como la disponibilidad de biomasa varía mucho a lo largo de las estaciones, se aplican tres tipos de medidas que ayuden a la seguridad del suministro.

- El almacenamiento de la biomasa.
- La mezcla de combustibles.
- La preparación de policonsumibles.

La planta de biomasa se aprovisiona principalmente de residuo procedente de 25-30 almazaras de los alrededores, de residuos industriales y de proveedores de alperujo, de la poda del olivar de 30-40 suministradores y por último, de biomasa forestal procedente de 10-15 suministradores.

El proyecto contó con un presupuesto de 52 millones de euros para su puesta en marcha. La inversión específica para la planta de biomasa eléctrica fue de 3 - 3,5 millones de euros por MW.

El coste de operación y mantenimiento es 15-20 euros por MWh producido en la planta de generación eléctrica (sin contar el coste del combustible). El coste del

combustible ronda 40-50 euros/tonelada de combustible de la biomasa (con un PCI medio de 3200 kcal/kg).



Figura 14. Planta biomasa.

### 9.1.3. Análisis del empleo creado

#### *Análisis cuantitativo del empleo*

En la fase de construcción de la planta se crea empleo asociado a las actividades de ingeniería, instalación, promoción y montaje que se desarrollan a lo largo de 2-3 años.

La construcción de la planta de biomasa ocupó a 150 trabajadores durante dos años, a lo que se le debe sumar el empleo en la fabricación de los diferentes componentes que se estima en 200 empleos equivalentes, durante dos años.

Es destacable que en relación a la fabricación de componentes casi todos los proveedores son empresas españolas con tecnología propia (alternadores, turbina, secaderos, cintas transportadoras, etc.).

La preparación de la biomasa que entra en planta requiere de una serie de tareas como la corta, el derrame, el tronchado, la trituración, el transporte y el apilado. Estas actividades son llevadas a cabo por empresas externas, pequeñas empresas de servicios, generando un suministro atomizado de pequeños suministradores.

El mantenimiento periódico y preventivo se realiza por personal de la planta, mientras que el mantenimiento correctivo se subcontrata si no es posible con el personal propio de planta.

En definitiva, estas actividades de operación y mantenimiento emplean a 64 trabajadores en el propio complejo a lo que se le debe sumar 120 empleos en las actividades relacionadas para la recogida de la biomasa y algunas otras tareas de mantenimiento correctivo y actividades secundarias.

### **Análisis cualitativo del empleo**

Desde el punto de vista de la cualificación, todos los operarios son oficiales de primera con Formación Profesional (1 ó 2). De modo que los mandos intermedios son ingenieros técnicos, o bien, oficiales promocionados o mecánicos de electricidad con FP1 promocionados.

En general los trabajadores son jóvenes, con una media de edad de 35 años.

El 94% de la plantilla tiene contratos indefinidos. Se promueve la estabilidad laboral en la empresa.

Desde una perspectiva de género, sólo 3 de 64 trabajadores directos de la planta de biomasa son mujeres y ocupan las responsabilidades de medio ambiente, prevención de riesgos laborales, formación y gestión de parques de biomasa.

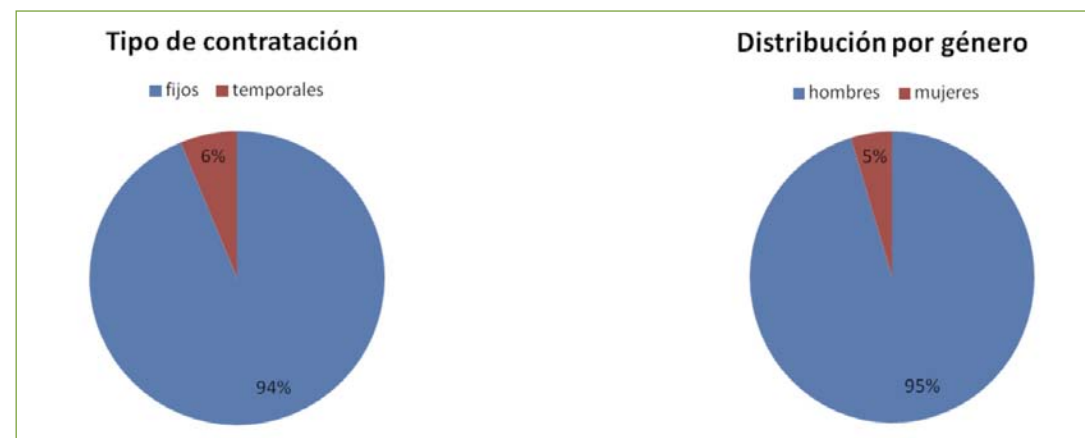


Figura 15. Análisis cualitativo del empleo.

La empresa está comprometida en materias de seguridad y salud laboral, invierte en equipos de protección individual y en formación específica en seguridad. Tiene un desarrollo muy amplio de procedimientos de trabajo, realizados por los propios trabajadores. Cuentan con un delegado sindical de seguridad y salud en el trabajo.

La empresa desarrolla programas de formación de forma continua con un enfoque de máxima versatilidad y polivalencia, respecto a sus tareas. El complejo, objeto del estudio de caso, es pionero en la región y ha servido y sirve como referencia de buenas prácticas. De hecho, en esta planta se forma a trabajadores que inician su trabajo en otras plantas de nueva apertura del mismo grupo empresarial. Además se desarrollan cursos específicos en colaboración con los especialistas y fabricantes de las

máquinas y componentes empleados en la planta. También se imparten cursos generales de seguridad en el trabajo. Dada la singularidad de esta planta con una caldera que funciona con policombustibles, la formación propia forma parte del éxito del funcionamiento de este complejo industrial.

Por tanto, es destacable en este estudio de caso el gran esfuerzo realizado por la empresa en la formación de sus trabajadores desde el momento de su apertura hasta el momento actual. Ha considerado la formación como una estrategia clave para posibilitar la promoción interna y la adaptación a una tecnología pionera en la región. La otra cara de la moneda, es que durante los años del boom económico la empresa se vio resentida por una “fuga de trabajadores cualificados” a sectores como la termosolar, que ofrecían en ese momento mejores condiciones económicas.

Otro de los elementos relevantes desde el punto de vista del empleo, es que este complejo industrial ha representado una fuente de empleo en el ámbito rural, proporcionando una oportunidad de empleo en el transporte de la biomasa a los transportistas provenientes del sector de la construcción. Además el aprovechamiento de la biomasa residual agrícola ha permitido alargar la temporada de los jornaleros.

### ***Perspectivas de futuro***

En primer lugar es importante resaltar que el grupo empresarial tenía previsto abrir cinco nuevas plantas de biomasa con una capacidad total de 70 MW, sin embargo el nuevo marco regulatorio impedirá su desarrollo.

Si se dota de los incentivos necesarios la biomasa, el sector puede ser un importante yacimiento de empleo, de pequeños autónomos, recogiendo poda y de muchas peonadas de agricultores y jornaleros. Andalucía tiene un gran potencial con 1.500.000

Has de olivar, que pueden generar 3 toneladas por hectárea de poda cada 2 años. La agricultura es junto al turismo la actividad económica más importante. Una estrategia decidida y coordinada por las distintas administraciones públicas para el fomento del uso de la biomasa, crearía empleo verde y local que ayudaría a la cohesión social y territorial.

La inversión de esta planta se hizo pensando en un plazo de amortización de 15 años. No obstante, los recientes cambios regulatorios extienden el plazo de retribución de prima por el régimen especial a 25 años. Además la nueva normativa recorta las primas y las horas totales de funcionamiento en las que pueden percibir las.

El factor que más afecta a la viabilidad de la planta es la limitación de horas de funcionamiento con retribución (6.500h), el resto de horas de funcionamiento venderán la electricidad al precio del “pool”, que al ser un precio variable en algunos momentos no cubrirá el coste del combustible, por lo que prevén realizar paradas puntuales.

En un futuro esta reducción de horas de funcionamiento puede llegar a afectar al empleo, además de perder residuos que no se aprovechan y trasladar el problema de gestión al agricultor.

## 9.2. Estudio de caso 2: Integración de energía fotovoltaica y minieólica en edificios

El Ayuntamiento del municipio de Rivas Vaciamadrid, de una población de 80.000 habitantes, en el marco del *Plan Rivas Emisiones Cero* y con el fin de impulsar el cambio el modelo energético de la ciudad hacia un modelo más sostenible, desarrolló distintas actuaciones dirigidas a aumentar las energías renovables en el municipio.

En primer lugar, emprendió un plan para dotar con energía fotovoltaica a todos los edificios municipales cuyo desarrollo y resultados son objeto de este estudio. También se analiza la instalación de dos miniaerogeneradores en la sede de la empresa municipal en virtud de un convenio de colaboración en un proyecto de innovación tecnológica entre el consistorio y dos empresas.

Por último, es destacable que también cuentan con instalaciones de energía renovable para la producción de calor, a partir de energía solar térmica y geotérmica, que por su menor importancia no son examinadas en este estudio de caso.

### 9.2.1. Instalación de sistemas fotovoltaicos en edificios municipales de Rivas Vaciamadrid

La iniciativa para integrar energía fotovoltaica en los edificios municipales se pone en marcha en el año 2003-2004 con la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en el punto limpio municipal y 13 colegios públicos del municipio. El alcance del plan incluye todos los edificios públicos de uso administrativo para el ayuntamiento así como varios centros de educación infantil y primaria y formación ocupacional, la Casa de la Juventud, de la Mujer, de la Tercera Edad, instalaciones deportivas, edificio de

la policía local, punto limpio, etc. En total se desarrollan 35 instalaciones que suman 440 KW de potencia total<sup>18</sup>.

Casi la práctica totalidad de las instalaciones fotovoltaicas municipales han sido cofinanciadas con fondos públicos, excepto tres. Las fuentes de cofinanciación son el Instituto para el Ahorro y la Diversificación (IDAE), la Dirección General de Industria de la Comunidad de Madrid y los fondos estatales para la inversión local -el Fondo Estatal de Inversión Local y el Fondo Estatal para el Empleo y la Sostenibilidad Local-. La inversión total en la ejecución de las instalaciones fotovoltaicas asciende a 2.275.000 €.

La reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> por el funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas municipales asciende a 219,4 t de CO<sub>2</sub> anuales.

Desde el Ayuntamiento valoran el hecho de que las instalaciones fotovoltaicas no requieren mucha inversión en operación y mantenimiento, mientras que representan un ahorro constante del gasto energético.

#### *Empleo asociado a la iniciativa municipal*

La generación de empleo en la ejecución de las instalaciones fotovoltaicas municipales fue contabilizada en el marco del Plan E (FEIL – FEESL). El resultado es que dio empleo a 15 trabajadores en 2009 y a 17 trabajadores en 2010.

Para las tareas de facturación, administración, impuestos y operación de las instalaciones fotovoltaicas integradas en los edificios públicos el Ayuntamiento dispone de

18. [http://www.rivasciudad.es/portal/RecursosWeb/DOCUMENTOS/1/0\\_13196\\_1.pdf](http://www.rivasciudad.es/portal/RecursosWeb/DOCUMENTOS/1/0_13196_1.pdf)

medios propios, dos trabajadores dedicados, aunque no a tiempo completo. Para incidencias puntuales, reparaciones y mantenimiento correctivo se subcontrata los servicios de una empresa externa.

En este estudio de caso no se tiene en cuenta el empleo en fabricación.

Durante el desarrollo de este plan, el Ayuntamiento pudo observar la destrucción del tejido empresarial fotovoltaico. Así, en el año 2009 las empresas colaboradoras para la puesta en marcha y la operación y mantenimiento de las instalaciones eran empresas especializadas en energía fotovoltaica o renovable. A partir del año 2013 las empresas encargadas de estos temas son empresas eléctricas que llevan a cabo tareas en muchos ámbitos eléctricos.



Figura 16. Instalación solar fotovoltaica en Colegio Público "Jarama".

Por último destacar que en el marco de este proyecto se llevaron a cabo programas de formación. Durante dos años se realizaron talleres para personas desempleadas sobre la instalación de energías renovables.

### 9.2.2. Descripción de la puesta en marcha de dos miniaerogeneradores integrados en un edificio municipal

El Ayuntamiento firmó un convenio de colaboración en un proyecto de innovación tecnológica de minieólica con dos empresas del sector (JCM Bluenergy y Reacción Upttheworld) y la supervisión técnica de la Universidad Complutense a principios de 2013. La iniciativa piloto consiste en la integración y monitorización de una nueva tecnología de miniturbina en la cubierta del edificio de la empresa municipal.

En junio de 2013 se instaló el primer prototipo de aerogenerador para medir los resultados y comprobar su eficiencia práctica. El miniaerogenerador de 1kW de potencia nominal (3kWpico) está especialmente diseñado para aprovechar corrientes turbulentas, típicas de entornos urbanos. Tiene una altura menor a un metro y su diámetro es inferior a dos metros. Puede generar una energía de entorno a 14 kWh al día.

Este modelo de miniaerogenerador se caracteriza por su reducido tamaño y peso respecto a los molinos tradicionales y una buena relación entre el espacio ocupado y la producción de energía. El miniaerogenerador sólo ocupa dos metros cuadrados, para producir una cantidad de energía equivalente los aerogeneradores 'tripala' requieren cuatro metros cuadrados y los paneles fotovoltaicos necesitan 14 metros.

Otros beneficios de este aerogenerador residen en su mayor rendimiento energético (de hasta un 70% respecto a los molinos tradicionales), un gran margen de operatividad,

su alta eficiencia con las corrientes turbulentas, la integración con la arquitectura del edificio y la ausencia de partes móviles externas. Además no es necesario elevarlo para su instalación, lo que otorga estabilidad y emite menos ruido.

Para el testeo y supervisión técnica se cuenta con la colaboración de la Universidad Complutense de Madrid. En su primer informe de seguimiento se ha comprobado que la producción es de 12kWh al día, muy próxima a lo estimado inicialmente. El margen de error está relacionado con el tipo de generador y por un recurso eólico menor de lo estimado.

El éxito del funcionamiento de la implantación de la primera turbina mediante este acuerdo de colaboración, ha llevado al Ayuntamiento a solicitar la instalación de un segundo miniaerogenerador, que se ha aprovechado para que incorpore mejoras respecto al primer prototipo tras su seguimiento. Esta instalación ya no es fruto del convenio de colaboración, sino que ha sido sufragada por el Ayuntamiento con un coste total de 10.000 euros.

tras su seguimiento. Esta instalación ya no es fruto del convenio de colaboración, sino que ha sido sufragada por el Ayuntamiento con un coste total de 10.000 euros.



**Figura 17.** Modelo EOLI FPS1000 en la cubierta del edificio municipal.

### **La empresa JCM Bluenergy**

La empresa que se ha encargado de la fabricación, instalación y operación y mantenimiento de estos dos miniaerogeneradores es JCM Bluenergy.

Esta empresa incubada (o “spin off”) en la División Eólica del Grupo de Energías Renovables de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid, ofrece sus servicios en el campo de la consultoría de las energías limpias.

El spin-off consiste en una nueva forma de emprender y de investigar. Se trata de un término anglosajón que expresa la idea de la creación de nuevas empresas en el seno de otras empresas u organizaciones ya existentes, sean públicas o privadas, que actúan de “incubadoras”. Con el tiempo acaban adquiriendo independencia jurídica, técnica y comercial.

En este caso, la empresa está ligada a la Universidad Complutense de Madrid y contribuye a la transferencia de hallazgos científicos desde ésta al sector social en forma de productos innovadores. Por su lado, la Universidad Complutense de Madrid, a través de su Grupo de Energías Renovables, cuenta con una experiencia de más de 30 años en el campo de la investigación en el área de las Energías Renovables y avala como entidad independiente los resultados de los proyectos técnicos e implantaciones llevados a cabo por JCM Bluenergy.

La empresa actualmente emplea a 5 trabajadores, dos dedicados a la fabricación de su miniaerogenerador, dos en instalaciones y uno dedicado al diseño de ingeniería.

### 9.2.3. Descripción de la experiencia municipal en la promoción de instalaciones fotovoltaicas en empresas y viviendas particulares

Junto a la iniciativa de promoción de renovables en los edificios públicos, el Consistorio emprendió un plan para promover las instalaciones fotovoltaicas en empresas y viviendas particulares. El objetivo de este plan era instalar 1 MW de sistemas fotovoltaicos fundamentalmente mediante las siguientes medidas:

- Aprobación de una ordenanza solar cuyos requisitos de instalación de fotovoltaica en el municipio son más exigentes que los establecidos en el Código Técnico de Edificación.
- Creación de un acuerdo de colaboración entre empresas de fotovoltaica, el Ayuntamiento y Bancaja. Los vecinos eran beneficiarios de un acuerdo de financiación de instalaciones FV, en particular un crédito blando y un acuerdo de recuperación de la inversión en función de los ingresos obtenidos por la instalación.
- Reducción del 20% del Impuesto sobre Construcciones, Instalaciones y Obras (ICIO) y del 10% del Impuesto sobre Bienes Inmuebles (IBI) durante cinco años para las instalaciones FV.
- Desarrollo de una auditoría y propuesta técnica personalizada sin costes para los ciudadanos interesados (se gestionaron del orden de 500).
- Creación de una oficina de información y gestión.
- Difusión a través de las revistas municipales.

El resultado de esta iniciativa para el impulsar la instalación de sistemas fotovoltaicos en los hogares fue la formalización de dieciséis contratos de instalación en el período 2009-2010. El coste medio de la instalación rondaba los 6000-12.000 euros. Para valorar estos modestos resultados, hay que tener en cuenta que el desarrollo de esta iniciativa coincidió con el recorte a las retribuciones de la producción fotovoltaica que comenzaron en el año 2009 y que supusieron un frenazo en seco a la respuesta ciudadana.

El Ayuntamiento mantiene los diferentes incentivos y obligaciones para la instalación de energías renovables en el municipio. Muchos vecinos siguen interesados, sin embargo la coyuntura actual de incertidumbre regulatoria mantiene paralizadas las nuevas instalaciones particulares. Se están estudiando vías de financiación alternativas.

### 9.3. Estudio de caso 3: Empresa fabricante de miniaerogeneradores. Sistema híbrido eólico solar en polígono industrial

#### 9.3.1. Descripción general de la empresa Kliux Energies

Kliux Energies es una empresa española especializada en soluciones de energía distribuida, fabricante especializado en miniaerogeneradores que ha apostado por un producto propio y diferenciado, siendo uno de los sesenta fabricantes del mundo de mini-turbinas de eje vertical.

Su aerogenerador de eje vertical “Kliux Zebra” de 1,8 kW potencia, cuenta con un diseño especial que le permite aprovechar las corrientes laminares y también turbulencias propias de entornos urbanos, lo que le confiere mayor versatilidad para funcionar no sólo en entornos abiertos sino también como aplicaciones domésticas o industriales en ciudad.

La compañía sigue un modelo de negocio y fabricación empleado por la industria del automóvil, el llamado proceso “fables”, en el que la empresa no cuenta con una fábrica propia, sino con un colaborador tecnológico que se encarga de la manufacturación y ensamblaje de los aerogeneradores. El proceso de fabricación se completa con una tercera empresa dedicada a la investigación, diseño y desarrollo del producto. Es un ejemplo de cómo el proceso de fabricación de los aerogeneradores implica la actividad de cuatro empresas (en vez de llevarse a cabo por una empresa más grande). Es un modelo de negocio apropiado para este sector.

Las cuatro sociedades implicadas en la fabricación de los aerogeneradores son:

- Geolica Innovations: centro de Investigación Internacional especializado en energía distribuida, mediante el uso de fuentes de energía renovable. Su misión es el diseño y desarrollo del producto y actividades de I+D+i.
- Kliux Energies: ingeniería, instalación y desarrollo del proyecto. Fabricación mediante proceso “fables” y comercialización del producto.
- Talleres Morte es el socio tecnológico encargado de la fabricación final del aerogenerador y del ensamblaje de las piezas.
- Bayer MaterialScience es un socio tecnológico cuya como labor consiste en la investigación continua en los materiales; además de ser proveedor del material para la fabricación.

La empresa, a través de la sociedad Geolica Innovations, ha apostado por la investigación desarrollo e innovación invirtiendo más de 2 millones en 4 años para el desarrollo hasta llegar a la puesta en marcha de su modelo de aerogenerador “Kliux Zebra”. Esto demuestra un esfuerzo sobresaliente de inversión de I+D+i, una característica intrínseca al sector de las renovables, que requiere además de profesionales altamente cualificados.

Por otro lado, Kliux está creando su propia red de distribuidores para que comercialicen y se encarguen de la operación y mantenimiento de los aerogeneradores por todo el territorio nacional, de modo que sólo necesiten del soporte puntual de Kliux para reparaciones o incidencias de mayor complejidad. Este aspecto es clave en un modelo de generación distribuida dispersa por el territorio. Por el momento son los fabricantes de minieólica los que están asumiendo buena parte de las actividades de toda la cadena de valor. Pero para un proceso de expansión significativo, las empresas de fabricación deben contar con una profusa malla de empresas instaladoras y mantenedoras.



Hasta ahora Kliux ya cuenta con la colaboración de seis distribuidores, y están en conversación con otros quince para dar servicio a las regiones de Cataluña, Levante, Andalucía, Galicia y Valle del Ebro.

También a nivel internacional tienen identificados entre 6 y 10 distribuidores más en países como Chile, México, USA, Turquía, Finlandia o Alemania.

Por otro lado, actualmente la empresa está en proceso para desarrollar y definir el proceso de homologación de sus productos con diferentes entidades, lo que aumentará la proyección de su negocio.

### 9.3.2. Descripción de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico en un polígono industrial

La instalación objeto de estudio se trata de un sistema híbrido de energía eólica y solar fotovoltaica, bajo la modalidad de autoconsumo instantáneo industrial conectado a baterías (sin retribución a la producción renovable). Está localizado en un polígono industrial de Castellón, donde también se ubican empresas relacionadas con las actividades industriales, de la construcción, los electrodomésticos y la metalurgia.

El cliente es la empresa Hermanos Baraldés SL, especializada en la realización de montajes eléctricos de alta y baja tensión, desde el tendido de una línea de media tensión hasta un centro de transformación. Entre otras actividades se dedican a instalaciones de cogeneración y automatización de máquinas, alumbrado, domótica, reparación de maquinaria eléctrica o estudios de ahorro de energía eléctrica.

Para el desarrollo de su actividad la empresa realiza un consumo eléctrico anual de aproximadamente 4.500 kWh/año, lo que le supone un gasto anual estimado de 1.100

euros (impuestos no incluidos). Entre las motivaciones de la empresa para instalar este sistema híbrido de energías renovables se encuentra el ahorro energético, pero también se busca la promoción de los productos ya que el cliente en este caso es un distribuidor.

La instalación de energías renovables cuenta con una potencia total de 5,4 kW de potencia instalada, entró en funcionamiento en el año 2013. El sistema generador de electricidad es un sistema híbrido compuesto por un miniaerogenerador de 1,8 kW y 24 módulos fotovoltaicos de 150 W, con 3,6 kW en total.

El sistema es de “autoconsumo con conexión asistida”, es decir, que está conectado a la red eléctrica pero está asistido por un banco de baterías para no verter electricidad a la red en caso de excedente. Las baterías OPzV tienen una capacidad 800 amperios hora y de voltaje 24 V. La instalación dispone de un inversor aislado de 24V de 3.3 kW, un regulador eólico de 2,2 kW y tres inversores fotovoltaicos de 1,2 kW cada uno. El banco de baterías puede proporcionar una autonomía de entre 3 y 5 días.

### 9.3.3. Costes y financiación del proyecto

El proyecto se lleva a cabo con un modelo de *renting* que resulta viable desde el punto de vista económico. El cliente firma un contrato de arrendamiento durante 10 años pagando mensualmente una tarifa fija de 0,23 €/kWh generado. De esta manera el cliente no realizaría ninguna inversión y obtiene un ahorro estimado de 2.340 € en los primeros 10 años y de 45.361 € a lo largo de los 20 años siguientes.

El coste total de la instalación llave en mano bajo contrato de *renting* es de 22.246 euros. Es importante destacar que un tercio del coste total se destina al sistema de

acumulación por baterías, un coste que de regular el autoconsumo sería un gasto evitable. El coste total de la instalación por compra directa sería de 16.676 €.

**Tabla 11. Presupuesto de la instalación.**

Concepto	Importe
<b>Sistema de generación:</b> 1 Aerogeneradores de eje vertical KLIUX 3,3 kWp de potencia instalada en módulos FV Inversores eólicos y solares necesarios Módulo de comunicaciones	12.201 €
<b>Sistema de acumulación:</b> Banco de baterías 48 V 400 Ah Bancada para la colocación de las baterías Inversor de red para gestión de baterías	7.117 €
<b>Total presupuesto materiales</b>	<b>19.318 €</b>
<b>Instalación eléctrica:</b> Cuadros eléctricos Línea/s de evacuación y conexión Cables de tierra Aparamenta de protección, etc.	480 €
<b>Proyecto, obra civil, transporte y montaje:</b> Elaboración del proyecto y memoria técnica justificativa Obra civil del aerogenerador Transporte Montaje de aerogeneradores y módulos fotovoltaicos	2.448 €
<b>Total presupuesto llave en mano</b>	<b>22.246 €</b>

Se trata de un sistema asistido con baterías puesto que actualmente no existe una regulación sobre autoconsumo que permita el balance neto. Esto encarece la instalación y requiere de un gasto en materiales (y su impacto ambiental derivado) que carece de sentido en un sistema plenamente electrificado como es el español.



**Figura 18. Instalación del sistema híbrido.**

### 9.3.4. Beneficios ambientales derivados de la instalación

La producción de electricidad anual generada con este sistema híbrido fotovoltaico-minieólico es de 6.400 kWh/año. Con este sistema instalado se alcanza el 140% de cobertura de energía. Las emisiones de dióxido de carbono evitadas al año son de 2.176 kg de CO<sub>2</sub>.

### 9.3.5. Empleo asociado

El análisis de empleo aborda la identificación de los puestos de trabajos vinculados a la fabricación de mini aerogeneradores en la empresa estudiada, así como el empleo asociado a la instalación del sistema híbrido descrito en particular.

La empresa objeto de estudio cuenta en el momento de realizar esta instalación con 15 trabajadores (entre sus dos sociedades Kliux y Geolica). A continuación se recoge gráficamente la distribución por edad y género de la plantilla de la empresa.

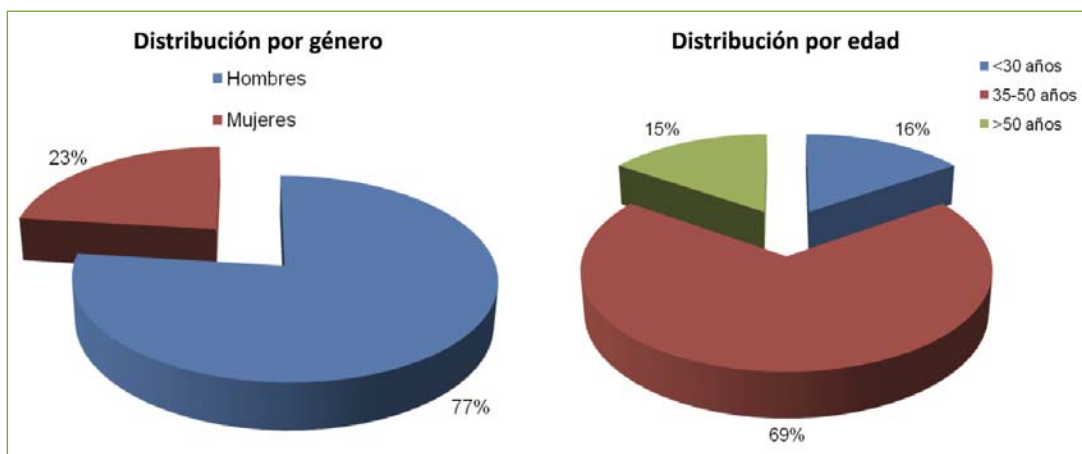


Figura 19. Empleo asociado.

Como se ha comentado, en el proceso de fabricación la empresa trabaja con dos socios tecnológicos con los siguientes empleos asociados: Talleres Morte con 4 puestos de trabajo y Bayer MaterialScience con 3 puestos de trabajo.

En cuanto a la instalación y montaje in situ del sistema híbrido se necesitó la colaboración del fabricante Kliux Energies y la de la empresa cliente (Hermanos Baraldés) ya que se dedican precisamente a esa actividad. El tiempo empleado para esta fase es de dos días. Un día para el montaje y otro para la puesta en marcha de la instalación. Los puestos de trabajos asociados a esta fase son 4 personas.

Las labores de operación y mantenimiento durante la vida útil de la instalación corren también a cargo de la propia empresa cliente Hermanos Baraldés con el apoyo del fabricante Kliux Energies. Las actividades que comprenden estas tareas de operación y mantenimiento son la revisión visual elementos, ajuste de tornillería y limpieza de paneles.

El coste anual previsto para la operación y mantenimiento es del 2% del coste anual.

## 10. Propuesta de medidas para alcanzar los objetivos

### 10.1. Propuestas transversales

#### *Balance neto anual*

Una adecuada normativa sobre balance neto anual impulsaría el autoconsumo y la generación distribuida y dinamizaría el mercado de forma que haría rentables proyectos que ahora mismo no se desarrollan por sus altos costes de instalación.

El sistema de balance neto anual propuesto ya ha sido explicado en el Capítulo 6 *Modelo distribuido*.

Este sistema deberá posibilitar el **autoconsumo compartido**, es decir que una instalación pueda producir electricidad para varios usuarios, limitándola a un único inmueble o referencia catastral. Así cada edificio tendría una única instalación compartida por varios usuarios, aumentando el rendimiento tanto técnico como económico de la instalación.

Por otro lado es importante que **no haya límite de potencia fijo**. El límite sería que la potencia instalada –como generador– debe ser siempre menor o igual a la potencia contratada (como consumidor), y asegurar que la producción se ajuste al consumo.

#### *Simplificación de trámites administrativos*

Es imprescindible la modificación del marco regulatorio actual de manera que permita el desarrollo de la generación distribuida, con cambios encaminados hacia la simpli-

ficación de los procedimientos administrativos de autorización, acceso y conexión de instalaciones de pequeña potencia.

Sería necesario que las instalaciones acogidas al suministro con balance neto estuvieran obligadas a inscribirse en un registro administrativo. Para ello se propone **la creación de un sistema de registro simplificado y electrónico** -a semejanza del *Sistema de Registro de Microproducción (SRM)* desarrollado en Portugal-. Consiste en una plataforma electrónica en la cual los productores pueden realizar todos los trámites administrativos para poder auto-producir electricidad.

#### *Incentivos fiscales*

Se trataría de incentivar la generación distribuida con energías renovables mediante la aplicación de beneficios fiscales, como la reducción de la carga fiscal, la aplicación de un IVA reducido, etc. Son de especial importancia los mecanismos dirigidos a promocionar las renovables integradas en edificios como las rebajas fiscales en impuestos locales. Por ejemplo reducir el 50% en el Impuesto sobre Bienes Inmuebles (IBI) aplicables a los inmuebles que cuenten con instalaciones renovables.

#### *Divulgación y formación*

En la transición hacia un modelo de generación distribuido y de autoconsumo a partir de energías renovables, la información, formación y educación deben jugar un papel activo en la superación de las barreras y la optimización de las oportunidades, dado que la velocidad en dicho cambio social es también un factor clave.

### ***Las administraciones públicas***

Otra fórmula, no menos interesante en términos económicos y, sobre todo, por lo que supone en términos de implicación pública en esta política energética, es el aumento de la inversión (demanda directa) por parte de las administraciones públicas (municipal, autonómica y estatal). Esto ayudaría a aumentar la demanda efectiva del sector. Los efectos en términos presupuestarios serían no menos beneficiosos y, unidos a una política eficaz de ahorro energético (eficiencia en el uso de la energía), reducirían de forma importante la factura eléctrica en estas entidades públicas con la consiguiente liberalización de recursos públicos.

### ***Cooperación empresarial***

Es importante potenciar la cooperación interempresarial (a través de consorcios, institutos tecnológicos, joint ventures, acuerdos a largo plazo, etc.), para superar las barreras que tienen la pequeña y mediana empresa, abundantes en este sector.

Las coaliciones empresariales permiten un mejor acceso a recursos (materiales, financieros, humanos,...), orientación estratégica (sinergias, nuevos mercados, diversificación, internacionalización...) o el aumento de la eficiencia productiva (economías de escala, aprendizaje, compartición de riesgos...).

Esta cooperación se puede realizar entre empresas pertenecientes a diferentes industrias o sectores (vertical) o entre empresas de la misma industria o sector (horizontal). Por último, la cooperación empresarial en ámbitos territoriales concretos refuerza y dinamiza las capacidades de desarrollo endógeno a nivel local.

## **10.2. Propuestas específicas por tecnología**

### **Fotovoltaica**

Las dos actuaciones principales para alcanzar los objetivos relativos a la fotovoltaica son la regulación de un sistema de autoconsumo mediante balance neto anual y el aumento de la contribución mínima obligatoria de energía fotovoltaica en edificios.

Respecto al objetivo obligatorio de instalación fotovoltaica en edificios, como ya se comentó, la modificación del Código Técnico de la Edificación del año 2013 disminuye la contribución mínima fotovoltaica obligatoria en edificios de su versión de 2006.

Resulta fundamental aumentar los objetivos obligatorios tanto en nuevos edificios como en la rehabilitación de edificios ya existentes fijada en el vigente Código Técnico de la Edificación.

Otras medidas secundarias, serían:

- Diferenciación entre pequeños y grandes consumidores. Posibilita eliminar barreras de entrada a clientes residenciales.
- Instalación de medidores bidireccionales sin costes adicionales para el consumidor-productor.
- Créditos blandos avalados por las diferentes administraciones públicas y asociados al ahorro económico obtenido por la instalación.

## Eólica de pequeña y media potencia

- Incentivos a la inversión. Como en el PER, se contempla la puesta en marcha de programas de ayudas directas a las inversiones estatales y/o autonómicas para las instalaciones eólicas conectadas a red de modo que ayuden a asegurar la viabilidad técnico-económica de las instalaciones de menor escala y el despegue comercial de aquellas instalaciones con peor ratio €/kW.

Las ayudas considerarán un importe máximo por instalación –en función del ratio €/kW–, que se publicarían mediante convocatorias anuales o plurianuales horizontales, con indicación de los importes máximos financiados para esta tipología de proyectos. La periodicidad anual dotaría a este instrumento financiero de la flexibilidad necesaria para adaptar las bases y requisitos de las convocatorias al desarrollo tecnológico que experimente cada segmento.

Son varias las Comunidades Autónomas que han implementado este tipo de mecanismos. Por ejemplo Baleares en 2014 ha abierto una convocatoria de ayudas para el fomento de instalaciones de energía solar fotovoltaica y de energía eólica para autoconsumo, con un máximo de subvención del 35 % del coste de la instalación.

Se podría contemplar el establecimiento de *un plan estatal de ayudas a la inversión para la minieólica integrada en edificios* que cubriera únicamente la instalación de los primeros 50MW. El objetivo de esta medida sería el de imprimir dinamismo al sector, y en particular a este tipo de aplicaciones que se encuentran en un estado de comercialización inmaduro.

- Ordenanzas municipales. Para favorecer la integración de instalaciones de pequeña potencia en entornos urbanos, semi-urbanos, industriales y agrícolas, se plantea la elaboración de modelos de ordenanzas municipales.

Estos modelos de ordenanzas permitirán la regulación de la instalación de aerogeneradores de pequeña potencia en entornos urbanos, considerando aspectos como la seguridad, vibraciones o ruido para garantizar la calidad y el crecimiento ordenado.

Para ello se considera apropiada la colaboración del IDAE, la FEMP, los ayuntamientos, agencias regionales de energías renovables, los fabricantes e instaladores, organizaciones sindicales y ambientalistas.

- Caracterización del recurso eólico en entornos urbanos. Es necesario realizar mediciones por todo el territorio español, definir los parámetros necesarios para hacer simulaciones urbanas y desarrollar herramientas sencillas para el cálculo del recurso eólico en ciudades. Se propone que el CEDER desarrolle una norma técnica que establezca unos indicadores válidos para caracterizar el viento en ciudades y permita clasificar las máquinas pequeñas (turbulencia, rugosidad del terreno).
- Procedimiento de certificaciones para pequeños aerogeneradores. Los procedimientos actuales pueden resultar excesivamente complejos y costosos, especialmente en los modelos de aerogeneradores de potencia inferior a los 10kW, con unos requerimientos de ensayos muy exigentes para su certificación (estructurales, niveles de ruido, vibraciones, etc.). Sería necesario establecer un procedimiento de certificación de la tecnología minieólica a nivel nacional, que sea riguroso y al mismo tiempo ágil y adecuado.
- Regulación de los “certificados de profesionalidad”. Se propone la implantación de un sistema de acreditación/cualificación profesional para los instaladores de infraestructuras eólicas de pequeña potencia diferenciados de la gran eólica.

## Biomasa

- Un régimen retributivo especial. En el caso de la biomasa sí es necesario un régimen de primas a la producción debido al coste del combustible. Este régimen no debería limitar el número de horas con derecho a retribución. La cuantía de esta retribución se fijaría para una rentabilidad razonable según el año en el que se inicie el plan y debería ir ajustándose y disminuyendo de forma automática según vayan reduciéndose los costes de la tecnología (por su propia curva de madurez). La retribución deberían estar diferenciada por subgrupos de acuerdo a los distintos tipos de recurso biomásico.

Sería necesario además medidas específicas para el aprovisionamiento de biomasa, ya que las dificultades y el coste del suministro de combustible es una de las barreras más importantes para el desarrollo de esta tecnología. Para ello se proponen:

- Establecer programas plurianuales de ayudas específicas a los selvicultores destinadas a fomentar la realización de tratamientos selvícolas, cuyos productos vayan destinados a la aplicación energética, que sean inviables económicamente en otras circunstancias y que contribuyan a su vez a lograr una mejor situación de los montes.
- Fomentar la inclusión de los aprovechamientos de biomasa forestal residual en la ordenación de montes, donde se considere la necesidad de dotar a los montes de accesos adecuados para sacar la biomasa a precios razonables.
- Fomentar el establecimiento de contratos de suministro de biomasa a largo plazo.

- En cuanto al desarrollo del recurso, uno de los mayores retos debe ser, y sigue siendo, la creación de empresas de logística que lleven a cabo la recogida de la biomasa y realicen sus pre-tratamientos para habilitarla como combustible y que la distribuyan de manera adecuada y rentable, junto con la normalización de contratos tipo para la compra de biomasa a largo plazo.
- Es imprescindible integrar el fomento de la biomasa en otras políticas públicas sectoriales, como las políticas para el desarrollo rural, industrial, agraria, forestal, la ordenación del territorio... La coordinación entre las diversas administraciones públicas es una cuestión prioritaria. La función pública de fomento debe desplegarse en todas sus potencialidades. No bastan iniciativas parciales, subsidiarias, descoordinadas, sin tener en cuenta el conjunto de sectores y la complejidad de los procesos.
- Cada vez se extiende más el mercado de recogida de determinados residuos agrícolas, agroindustriales y forestales, siendo conveniente que la población rural esté informada sobre la mejor y más respetuosa manera de gestionarlos en lugar de deshacerse de ellos.
- Se necesita más información pero sobre todo más implicación de los agentes sociales, poblaciones locales, sectores claves como el agrario y sus organizaciones profesionales.
- Para que el sector de la biomasa se desarrolle en todas sus posibilidades deben implicarse suficientemente empresas de suministro de combustible, empresas de servicios energéticos, industriales de los diversos sectores, administraciones, particulares, etc.

## Biogás

- En el caso del biogás también es necesario un régimen de retribución a la producción que ha demostrado ser muy eficiente para desarrollar las tecnologías renovables en sus primeras etapas de maduración.
  - De nuevo, la cuantía de esta retribución se fijaría para alcanzar una rentabilidad y ajustándose de forma automática a la reducción de los costes de la tecnología. Y tampoco se debería limitar el número de horas con derecho a retribución.
  - Por otro lado para apoyar las plantas de pequeño tamaño deben existir más tramos que los planteados en el anterior sistema de primas español (RD 661/2007). Se plantea un tramo específico para plantas menores de 500 KW.
  - Ayudas a la inversión. Aunque esta medida no es imprescindible para alcanzar los objetivos marcados sí ayuda a un desarrollo más rápido y permite reducir y optimizar las ayudas a la producción.
  - Actualmente existen diversos fondos para la financiación de plantas de biogás. Por ejemplo el Gobierno de Extremadura en su “Plan de la Bioenergía de Extremadura 2014-2020”, plantea financiar este tipo de plantas a través del los Fondos Estructurales Europeos 2014-2020 y la línea de financiación abierta a través del fondo Jessica-Fidae del IDAE.
  - Esta medida ayuda a equilibrar el peso de la financiación de esta tecnología entre el sector eléctrico (retribución a la producción) y otras fuentes de financiación, como puede ser el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente o las Comunidades Autónomas, que también deben colaborar en el desarrollo de esta tecnología dada la solución a problemas medioambientales (contaminación de suelos, acuíferos, emisiones metano, etc.) que supone.
- Es importante fomentar la aplicación agrícola de los digestatos como abonos o enmiendas orgánicas.
  - El Plan de Energías Renovables 2011-2020 recoge una medida importante pendiente de aplicación. Se trata de una ayuda pública a la inversión en instalaciones de biogás agroindustrial que reconozcan las emisiones gases de efecto invernadero evitadas y que permita la financiación de estas instalaciones por otras vías y administraciones. ■



## 11. Resultados y conclusiones

### Resultados del estudio

Los resultados indican que el empleo potencial asociado al desarrollo del escenario propuesto a diez años sería de 135.779 puestos de trabajo totales. De estos, 79.111 serían empleos directos y 56.668 empleos indirectos.

El empleo en las actividades de fabricación e instalación son 49.820 puestos de trabajos directos; las tareas de operación y mantenimiento emplearían directamente a 29.291 personas al final del plan propuesto.

Por tecnologías, la biomasa sería la que más empleo crearía, 35.725 puestos de trabajo directos, seguida por la fotovoltaica con 31.715 personas. El biogás ocuparía a 7.205 trabajadores y la minieólica 4.466.

La ejecución de este plan supondría una producción de electricidad anual en el año diez de 28.401 GWh, el equivalente al consumo eléctrico de 8,14 millones de hogares.

Los beneficios ambientales derivados de la realización del plan propuesto son el ahorro de 5,68 millones de toneladas equivalentes de petróleo de energía primaria y la reducción de 14,41 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>.

### Futuras investigaciones

Por una cuestión metodológica, en este estudio se ha planteado el alcance de un modelo de generación distribuido para la producción de electricidad a partir de energías

renovables. Se trata de un planteamiento teórico para el análisis por tecnología y el diseño de los escenarios, no obstante, en la práctica, un modelo de generación distribuido deberá estar muy asentado en el aprovechamiento de la energía térmica. Por este motivo sería conveniente la realización de un estudio análogo que tenga en cuenta este tipo de aplicaciones.

### Conclusiones

**La transición energética de la producción de electricidad.** La propuesta desarrollada en este documento para el fomento de la generación distribuida de electricidad está integrada en el marco de la transición a un modelo energético sostenible. La transición en el sector eléctrico debe encaminarse a la sustitución de las fuentes convencionales por energías limpias.

**Un marco político y regulatorio estable.** En la anterior década la aportación de las energías renovables creció en España arropada por un marco regulatorio que aportó estabilidad a su desarrollo. Sin duda, la clave del éxito de las renovables para generación eléctrica en nuestro país ha sido la política de Estado llevada a cabo por los distintos partidos en el Gobierno desde finales de los 90 hasta hace pocos años. Hoy más que nunca es necesario recuperar la planificación pública en la política energética y establecer una hoja de ruta como país que apoye decididamente un modelo de generación distribuido basado en las energías renovables y el ahorro y eficiencia energética.

**Voluntad política para un plan viable económicamente.** La propuesta que se recoge en este estudio para fomentar el modelo de generación distribuida en los próximos diez años es técnica y económicamente viable, sólo se requiere voluntad política.

Los escenarios energéticos presentados tienen todo su peso en la energía solar fotovoltaica (con un 85% de la potencia total) por resultar la tecnología más rentable.

Respecto a la biomasa, se ha preferido optar por un escenario conservador en relación al recurso potencial disponible debido a los costes ambientales y económicos que lleva aparejados y por el interés prioritario que hay en desarrollar la biomasa térmica. En la actualidad sigue siendo imprescindible que las instalaciones de biomasa eléctrica perciban una retribución a la producción para alcanzar umbrales de rentabilidad, y no tiene sentido cargar al sistema con costes innecesarios cuando contamos con otras energías renovables más costo-eficientes.

**Nuevos yacimientos de empleo como salida a la crisis.** En España tenemos capacidad suficiente para desarrollar una industria nacional de fabricantes, instaladores y operadores de energías renovables que cubra nuestras necesidades. Por este motivo la apuesta por los sistemas de generación distribuida y el autoconsumo representa una oportunidad para reactivar la economía y crear empleo local de calidad.

La promoción de los sistemas de generación distribuida dinamizará el sector de las energías renovables y de toda la industria auxiliar y actuará como un motor de arrastre para otras actividades económicas y áreas de negocio como la construcción, la rehabilitación de edificios, las empresas de servicios energéticos, la domótica, la gestión de redes inteligentes, tecnologías de la información y la comunicación, el coche eléctrico, la formación y la sensibilización, agricultura, ganadería, gestión forestal sostenible, etc.

**Integración de las energías renovables en entornos urbanos.** En la propuesta planteada en este estudio tiene mucha importancia la integración de energías renovables

en edificios, en entornos urbanos. Es una aplicación poco desarrollada en España y que se debe impulsar por el bajo impacto medioambiental que supone y por la mejora del ahorro y la eficiencia energética de los edificios.

**Oportunidades en el ámbito local y rural.** El modelo de generación distribuida y para el autoconsumo se basa en un modelo de proximidad que apoya la economía local y contribuye a la fijación de la población al territorio. El desarrollo de tecnologías como la biomasa y el biogás tiene una gran importancia para la integración de las renovables en los sectores de la agricultura, la ganadería y pueden ser un factor clave en el desarrollo social y económico del medio rural.

**La sostenibilidad del empleo ya existente.** El impulso a la generación distribuida y el autoconsumo no sólo tendrá un impacto positivo en la creación de nuevos puestos de trabajo sino también servirá para hacer más sostenible el empleo ya existente en los sectores agrícolas, ganaderos e industrial. En el sector agrario se alargaría la temporada de trabajo de los jornaleros para la recogida y, en el sector industrial, la introducción de renovables abarataría los costes energéticos.

Además las energías renovables pueden servir como área de negocio para empresas de otros sectores productivos que presentan ciertas similitudes. Por ejemplo, son conocidas las sinergias que presentan con la minieólica las empresas que fabrican componentes del sector ferroviario, las empresas de la cadena de montaje de electrodomésticos o algunas empresas auxiliares del sector del automóvil.

**Investigación, desarrollo e innovación.** Es destacable el esfuerzo en I+D+i del sector en general. La buena posición de partida de nuestro sector de energías renovables tiene que ver con los proyectos de I+D+i de algunos centros públicos de investigación

y de ciertas empresas punteras del sector que desde los años 80 incrementaron nuestra capacidad tecnológica especialmente en las áreas eólica, solar fotovoltaica y solar termoeléctrica. Durante los años 90 el Ministerio de Industria, a través del IDAE, impulsó numerosas instalaciones demostrativas, especialmente parques eólicos, a partir de la aportación de capital en empresas semipúblicas y de otros apoyos a la instalación. En relación a la generación distribuida, el desarrollo e investigación y desarrollo de la gran eólica ha tenido una influencia clara sobre la eólica de pequeña y media potencia, donde casi todos los fabricantes de aerogeneradores tienen diseños y patentes propias y el desarrollo de productos es continuo.

**Sostenibilidad medioambiental.** El plan propuesto conlleva importantes beneficios medioambientales, tanto por las emisiones contaminantes evitadas al generar electricidad con fuentes renovables, como por la solución a otros problemas medioambientales que supone, sobre todo en los casos de la biomasa y el biogás.

**Riesgo de deslocalización industrial.** Es necesario apostar por un nuevo marco regulatorio estable que fomente la generación distribuida y que envíe señales de futuro al sector de las energías renovables. En estos momentos el tejido productivo vinculado a las energías renovables corre el riesgo de desaparecer del país. La actual carga de trabajo está enfocada a la demanda exterior y su actual estrategia de supervivencia se basa en la internacionalización. Si en el futuro los pedidos y proyectos siguen desarrollándose más allá de nuestras fronteras y no somos capaces de reactivar la demanda interna, perderemos todo el conocimiento, profesionales e industria en el que hemos invertido durante todos estos años.

El desarrollo de un modelo de generación eléctrica distribuida como el planteado en este estudio, supone actualmente una oportunidad para el sector de las energías renovables. Un modelo en el que seguir creciendo de forma sostenible en términos económicos y medioambientales. ■

## 12. Bibliografía

- Abantia. “Plantas de biomasa y sector azucarero”. Dossier informativo. Abril 2012.
- Acciona. Planta de biomasa de Miajadas y Briviesca. Dossieres informativos.
- Ackermann, T., Andersson, G., Söder, L. Electric Power Systmes Research “Distributed generation: a definition” 2001
- AFI-Consultores de las Administraciones Públicas, “Balance económico de la Actualización de las retribuciones a la producción eléctrica a partir de las biomasa”. Octubre 2011.
- AFI-Consultores de las Administraciones Públicas, Unión por la Biomasa “Balance socioeconómico de los objetivos fijados por el PER 2011-2020 para las biomasa” Marzo 2013.
- Al Weinrub “Community Power. Decentralized Renewable Energy in California” Enero 2011.
- Allarluz S.A. “Central de biomasa forestal residual”. Dossier informativo. 2009.
- APPA. “Inventario de plantas de biomasa, biogás y pellets”. 2011.
- Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa (AVEBIOM). “Generación de empleo con Bioenergía. Argumentos para el programa electoral” Octubre, 2010.
- Centro Tecnológico de la Energía y del Medio Ambiente, Fundación Desarrollo Sostenible, “Generación eléctrica distribuida. Potencial de generación de electricidad fotovoltaica sobre cubiertas en la región de Murcia”. Junio 2012.
- Ceña, Alberto. “Eólica de media potencia. Autoabastecimiento”. AEE. Jornadas Técnicas Genera 2012. Madrid.
- Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales. “Alegaciones del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales a la propuesta de Orden Ministerial por la que se aprueban los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuos”. 2014. <http://bes.cat/PDF/Alegacions.pdf>
- Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC). Informe Marco sobre la Demanda de Energía Eléctrica y Gas natural y su cobertura. Horizonte 2013-2017. 18 de marzo de 2014. [http://www.cnmc.es/Portals/0/Ficheros/Energia/Informes/20140308\\_Informe\\_Marco\\_2013.pdf](http://www.cnmc.es/Portals/0/Ficheros/Energia/Informes/20140308_Informe_Marco_2013.pdf)
- Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC).. Información mensual de estadística sobre las ventas de régimen especial. 31 de marzo de 2014.
- Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. “Potencial energético de la biomasa residual agrícola y ganadera en Andalucía”. 2008.
- Desarrollo energético regional de la biomasa: aprovechamiento, aplicaciones y perspectivas de futuro en Castilla La Mancha. Proyecto Empleo y Medio Ambiente de Castilla La Mancha. Fundación General de Medio Ambiente de Castilla La Mancha. 2011.
- Documento base HE de Ahorro de Energía. Código Técnico de Edificación [http://www.codigotecnico.org/cte/export/sites/default/web/galerias/archivos/documentosCTE/DB\\_HE/DBHE-2013-11-08.pdf](http://www.codigotecnico.org/cte/export/sites/default/web/galerias/archivos/documentosCTE/DB_HE/DBHE-2013-11-08.pdf)

- Eclareon, Creara, IDAE. “Evaluación del potencial de energía solar térmica y fotovoltaica derivado del cumplimiento del código técnico de la edificación”. Estudio técnico PER 2011-2020. IDAE. Madrid, 2011. ECLAREON: David Pérez, Víctor Cervantes, Lucas Mozetic. CREARA: Alejandro Morell, Marta Martín. Coordinación y revisión IDAE: Carlos Montoya, Raquel Vázquez, Andrés Paredes.
- Eguizábal, Iñaki. “Soluciones de Autogeneración mediante Minieólica: descripción de los procesos de dimensionamiento e instalación”. KLIUX ENERGIES. Jornada técnicas de Genera. Mayo 2014. Madrid.
- EurObservER. “The State of Renewable Energies in Europe”. 2012.
- Eurostat. “Dependencia energética”. 2012.  
<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tsdcc310&plugin=0>
- Forte, Javier. “La energía minieólica en el contexto energético nacional e internacional”. Jornada técnicas de Genera. Mayo 2014. Madrid.
- Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (FENERCOM). “Guía Básica de Generación Distribuida” 2007.
- Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (FENERCOM). “Guía sobre tecnología minieólica”. Madrid 2012.
- García Pardo, M. Energética XXI “Biomasa, la renovable que más empleo genera” Diciembre 2012.
- IIE-UPV y AINIA, “Informe de disponibilidad de materias primas agroindustriales” PROBIOGÁS Junio 2012.
- Ingeteam Power Technology, S.A. POWER PLANTS. Jornadas Técnicas de Biomasa: Bioenergía para empleo. CONAMA 2012. Noviembre de 2012.
- Instituto Enerxético de Galicia (INEGA). “Desarrollo de proyectos energéticos a partir de biomasa en Galicia”. Xunta de Galicia. 2002.
- Instituto Enerxético de Galicia (INEGA). “Análisis de viabilidad del mercado de la biomasa. En Galicia y el Norte de Portugal”. 2012.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE). . Secretaría General. Departamento de planificación y estudios. “Factores de conversión energía final, energía primaria y factores de emisión de co2. 2011.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE). “Biomasa: Industria”. 2008. Madrid, mayo 2008. Elaborado por ESCAN.SA.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE). Análisis del consumo energético del sector residencial en España. PROYECTO SECH-SPA-HOUSEC. IDAE, EUROSTAT, MINETUR.  
<http://www.idae.es/index.php/id.171/mod.noticias/mem.detalle>
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE). Plan de Energías Renovables 2011-2020 y Estudios de apoyo del Plan de Energías Renovables 2011-2020. 2011,  
<http://www.idae.es/index.php/id.670/re/menu.303/mod.pags/mem.detalle>
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE). Propuesta de factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España. Propuesta de documento reconocido. VERSIÓN 03/03/2014.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE). Referencias sobre autoconsumo de energía eléctrica en la normativa vigente. Febrero de 2012.
- ISTAS-IDAE. “Estudio sobre el empleo asociado al impulso de las energías renovables en España 2010”. Estudio técnico PER 2011-2020. IDAE. Madrid, 2011.

- ISTAS: Guillermo Arregui, José Candela, Bruno Estrada, Bibiana Medialdea y Sara Pérez. Coordinación y revisión IDAE: Germán Prieto y Margarita Ortega.
- Junta de Andalucía. “La biomasa en Andalucía”. Consejería de Economía, Innovación y Ciencia. Junta de Andalucía. Septiembre 2011.
  - Junta de Castilla Leon, Ente Regional de la Energía, Instituto Tecnológico Agrario. “Plan regional de ámbito sectorial de la bioenergía de castilla y león”. Diciembre 2010.
  - López, Emilio. “Biomasa y oliva” Valoriza. La Tierra. Cuadernos. Agroenergéticos. Pg 53-55.
  - Lucas, H. y Ferroukhi R. IRENA, “Renewable Energy Jobs: Status, Prospects & Policies. Biofuels and Grid-connected electricity generation”. 2011.
  - Martin, J. HEC Paris “Distributed vs. Centralized electricity generation: are we witnessing a change of paradigm?” Mayo 2009.
  - Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MAGRAMA). Oficina Española de Cambio Climático. “Hoja de Ruta en los sectores difusos 2020”. Modelización de medidas para la mitigación del cambio climático en los sectores difusos en España. Ficha número 57, Digestión anaeróbica de purines. 2014.
  - Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MAGRAMA). Estrategia Española para el desarrollo del uso energético de la biomasa forestal residual. Marzo 2010.
  - Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino “el sector del biogás agroindustrial en España”. Documento elaborado por miembros de la mesa de biogás. 2010.
  - Muñoz, María. “El Plan de la Bioenergía de Castilla y León. Fomento de la Biomasa Forestal”. CESEFOR. Baeza. 25 de noviembre de 2011.
  - Pascual, A. y Ruiz, B. Centro Tecnológico AINIA, Carreras, N. CIEMAT “Resultados del PSE Probiogás en 2009” Diciembre 2009
  - Pérez, Juan José. “La minieólica en la encrucijada. Oportunidades y Beneficios de la Generación Distribuida y el Autoconsumo de Energía Eólica” Jornadas Técnicas Genera 2013. Madrid.
  - Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015. Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático.
  - PVGrid EU, “PV Grid Advisory Paper”. Diciembre 2013. [www.pvgrid.eu](http://www.pvgrid.eu)
  - Ramanauskaite, Rita. European Biogas Association “National Renewable Energy Action Plans 2010 the European Biogas Market” Seminario Expobioenergía’10. Octubre 2010.
  - Real Decreto 1481/200 , de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
  - RenewableUK. “Small and Medium Wind UK Market Report”. Octubre 2013. <http://www.renewableuk.com/en/publications/index.cfm/Small-and-Medium-Wind-UK-Market-Report-2013>
  - Sánchez, Samuel. “Casos prácticos de media potencia”. Norvento Enerxia. Jornada técnicas de Genera. Mayo 2014. Madrid.
  - Santiago J. Rubio “Los desequilibrios macroeconómicos del sector energético español”. El País. 24 de mayo de 2013. [http://economia.elpais.com/economia/2013/05/24/actualidad/1369422329\\_743584.html](http://economia.elpais.com/economia/2013/05/24/actualidad/1369422329_743584.html)

- UNEF. Informe “Modificaciones básicas de la ORDEN FOM/1635/2013 por las que se actualiza el documento básico DB-HE de ahorro de energía del código técnico de la edificación, aprobado por el RD 314/2006, de 17 de marzo, en lo referente al he5 “contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica”. Septiembre, 2013
- Unión Española Fotovoltaica (UNEF). “Impacto macroeconómico del balance neto propuesto”. Octubre 2013.
- Unión Española Fotovoltaica (UNEF). “Impacto Macroeconómico del modelo de balance neto propuesto por UNEF” Octubre 2013.
- VVAA. “Evaluación potencial de la biomasa. Estudio técnico PER 2011-2020”. Madrid. 2011.
- VVAA. “Informe basado en indicadores. Edición 2013”. Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España. Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad. Universidad Pontificia Comillas.  
[http://web.upcomillas.es/Centros/bp/Documentos/Actividades/Observatorio/Marzo2014/Informe\\_Observatorio2013\\_web.pdf](http://web.upcomillas.es/Centros/bp/Documentos/Actividades/Observatorio/Marzo2014/Informe_Observatorio2013_web.pdf)
- VVAA. Documento del Grupo de Trabajo 10. “Biomasa: Bioenergía para el empleo”. Coordinado por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales. CO-NAMA 2012.
- World Wind Energy Association (WWEA). “Small wind world report. Update”. Abril 2013.
- WWF. “Informe anual del Observatorio de la electricidad”. 2013.
- [http://ec.europa.eu/environment/waste/target\\_review.htm](http://ec.europa.eu/environment/waste/target_review.htm)
- <http://www.acciona-energia.es>
- [http://www.thewindpower.net/country\\_windfarms\\_es\\_3\\_espana.php](http://www.thewindpower.net/country_windfarms_es_3_espana.php)
- Portal web dedicado a la metanización de residuos agrícolas, ganadero y agroindustrial. Incluye un mapa, con todas las instalaciones actualmente existentes. <http://www.agrogas.eu>
- [www.bioenergyinternational.es](http://www.bioenergyinternational.es)
- [www.electriawind.com](http://www.electriawind.com)
- [www.goiener.com](http://www.goiener.com)
- [www.ingeteam.com](http://www.ingeteam.com)
- [www.jcmbenergy.com](http://www.jcmbenergy.com)
- [www.kliux.com](http://www.kliux.com)
- [www.norvento.com](http://www.norvento.com)
- [www.somenergia.coop](http://www.somenergia.coop)

## 13. Anexo: Experiencias de interés

### 13.1. Planta de biogás en una explotación ganadera



Planta de biogás de Torregrossa.

Fuente: Som Energia.

En este estudio de empleo se propone un escenario de incremento de potencia de 360 MW de biogás en diez años, bajo un modelo de desarrollo mediante plantas de pequeña escala, bajo coste y para el autoconsumo, anexas a actividades industriales que estén pagando por la gestión de sus residuos orgánicos y/o estén pagando a un alto precio la energía que consumen (térmica y/o eléctrica).

La planta que se describe a continuación, de la Cooperativa Som Energia, responde a la planta tipo definida en nuestros escenarios de un tamaño de 500kW y vinculada en este caso a un complejo agropecuario.

Se trata de una planta de biogás en una explotación ganadera ubicada en el municipio de Torregrossa (Lleida). En esta instalación se mezclan los purines con materia orgánica de origen industrial para obtener biogás y una biomasa digerida que será aplicada



en los campos como fertilizante. El biogás se valoriza en un equipo de cogeneración y el resultado final es energía eléctrica y térmica de origen renovable.

La mayor parte de la electricidad generada será exportada hacia la red eléctrica de distribución. La parte de energía térmica o calor producido se utilizará para calentar los digestores, el sistema de pasteurización y una parte del resto se utiliza como calefacción para la granja.

#### Datos energéticos.

Horas de funcionamiento anual		8000 horas/año
<b>ELECTRICIDAD</b>	Potencia nominal eléctrica	499 kW eléctricos/hora
	Producción anual de electricidad	3992 MWh eléctricos
	Exportación anual de electricidad	3504 MWh eléctricos
<b>CALOR</b>	Potencia nominal térmica	540 kW térmicos/hora
	Producción anual de energía térmica	4320 MWh térmicos/año

Fuente: Som Energia.

La planta trata anualmente unas 18.652 m<sup>3</sup> de purín de cerdo procedente de la granja y 8.300 toneladas de co-substratos orgánicos procedentes de la industria alimentaria y suministrados por un gestor autorizado.

Después del proceso de digestión anaerobia se obtienen unas 26.413 Tm/año de biomasa digerida y después del separador de fases, la fracción sólida será gestionada por un gestor autorizado y la fracción líquida se aplicará al campo como fertilizante.

Se diferencian las siguientes zonas:

- Zona de recepción: formada por pre balsas de hormigón (balsas con tapa) y tanques metálicos para el almacenamiento de los purines y los residuos orgánicos a la entrada de la planta. Aquí se encuentra también la zona de control y limpieza de vehículos.
- Zona de digestión: la instalación consta de 3 digestores trabajando en serie, un digester primario, un digester secundario y un digester de almacenamiento de 6 metros de altura y 1.700 m<sup>3</sup> de capacidad cada uno. El tiempo de retención mínimo será de 21 días. Los digestores son de hormigón armado e incorporan un gasómetro de cúpula que tiene una capacidad de almacenamiento de 690 Nm<sup>3</sup> de gas cada una.
- Zona de almacenamiento y acondicionamiento: previo al almacenamiento, el digesto pasa por un separador de sólidos líquidos, lo que permite una gestión diferenciada de las fases obtenidas. La fase líquida en balsas de acumulación, en este caso por la existencia en la granja de más de una de nueva construcción (balsas abiertas). La fase sólida se acumula en una era de hormigón.
- Zona de cogeneración e interconexión eléctrica: formada por el motor de cogeneración y todos los equipos auxiliares para el acondicionamiento del gas.

El proyecto supuso una inversión total de 2,2 millones de euros, más una subvención de 200.000 euros del Instituto Catalán de la Energía<sup>19</sup>. Los ingresos estimados eran de alrededor de medio millón de euros anual.

19. [https://www.somenergia.coop/images/stories/continguts/Reumen\\_proyecto\\_Torregrossa\\_120713.pdf](https://www.somenergia.coop/images/stories/continguts/Reumen_proyecto_Torregrossa_120713.pdf)

El nuevo sistema de retribución -tras la aprobación del RD 413/2014 y la Orden IET 1045/2014- implicará unas pérdidas económicas importantes de aproximadamente 150.000€ anuales, que hacen que los números iniciales del proyecto queden desvirtuados (la TIR inicial del proyecto era del 10-12%).

**Ingresos antes y después de la reforma en el sistema de retribución.**

Anterior normativa	Marco actual	Diferencia
532.444 €	379.940 €	- 152.500 €

## 13.2. Eólica de media potencia

En los estudios de caso recogidos en este informe se describen dos ejemplos de minieólica en el ámbito urbano e industrial, integrada en edificios o en suelo. A continuación se ilustran dos experiencias positivas de eólica de media potencia, con aerogeneradores de 100kW, que completan las instalaciones tipo que proponemos en los escenarios de eólica.

El tamaño de estos aerogeneradores (altura y potencia) hace que no esté concebido para pequeñas instalaciones domésticas sino que es idóneo para aplicaciones en naves industriales, explotaciones agropecuarias, puertos, campus universitarios, etc., con consumos eléctricos elevados.

El primer caso expone la integración de dos aerogeneradores “NED100” de la empresa gallega, Norvento Enerxia, en una industria de la transformación y tratamiento del producto lácteo.

El aerogenerador Ned100<sup>20</sup> está diseñado con tecnología propia e incorpora los avances de la eólica convencional para aplicaciones de generación próxima a los puntos de consumo. Tiene una potencia de 100 kW y una torre con una altura de 37 metros (22 metros de diámetro de rotor).

El diseño innovador de este aparato, capaz de unir el concepto de accionamiento directo, que proporciona mayor fiabilidad, con la regulación por velocidad variable y control del paso de las palas, permite que la máquina opere con el máximo rendimiento aerodinámico en todas las condiciones de viento.

La introducción de los últimos avances tecnológicos en accionamientos, hace que no sean necesarios los sistemas hidráulicos. De esta forma se reducen las necesidades de mantenimiento y la probabilidad de averías.

La explotación ganadera de extracción y elaboración de productos lácteos se encuentra en Castle Douglas (Escocia).

La principal motivación de la empresa para llevar a cabo la instalación eólica es su elevado consumo energético en red monofásica, la cual generaba problemas de caída de tensión y limitaba la capacidad de crecimiento de la explotación.

El elevado consumo justifica la instalación de una turbina de mayor potencia, pero por las limitaciones en la altura en el emplazamiento, se opta por la instalación de dos aerogeneradores de 100 kW. La velocidad promedio anual se encuentra en el rango 6-6,5 m/s con una intensidad de turbulencia esperada menor del 15%. Se estima una producción de entre 2.778 - 3.235 horas equivalentes año, con una generación anual cercana a los 650.000 kWh.

20. <http://www.norvento.com/es/ned-wind/>

## EL AUTOCONSUMO ENERGÉTICO Y LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA RENOVABLE COMO YACIMIENTO DE EMPLEO



La instalación eólica permite al cliente la acometida de la obra para la llegada de la red trifásica, el acceso a una energía más barata y el cobro del incentivo por vertido a la red (incentivo que sí existe en este país).

En esta primera experiencia el titular de la instalación gozaba de una retribución a la producción de electricidad en Escocia. En el siguiente ejemplo se describe una instalación eólica destinada al autoconsumo de electricidad en un centro industrial en la provincia de Almería.

Se trata de un aerogenerador GARBI 100/28 de 100 kW desarrollado y fabricado por la empresa Electria Wind.

Un aerogenerador tripala de orientación a barlovento y velocidad variable. La estructura de la góndola, está soportada por una torre tubular de acero de 35 m de altura y la turbina eólica de 28 m de rotor desarrolla una potencia nominal de 100 kW para velocidades de viento superiores a los 9,0 m/s.

La velocidad media anual del viento en el lugar del emplazamiento es de 7.04 m/s, con lo que se estima una producción bruta anual de 446.970 kWh de electricidad.

La fábrica del centro industrial de procesado de frutas y verduras tiene una potencia contratada de 725 kW. Los consumos medios en momentos de trabajo son entre 300-600 kW con puntas superando los 725 kW, y unos consumos medios en momentos de inactividad entre 120-180 kW. El consumo medio anual de electricidad es de 2.034.480 kWh.

Los horarios de trabajo del centro industrial:

	Oficinas		Centro Manipulado	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
Lunes-Viernes	9:00-14:00	15:30-19:30	6:00-14:00	15:00-22:30
Sábados	9:00-14:00		6:00-14:00	A demanda

Los horarios de trabajo indican que de lunes a viernes hay 15.5 horas de máximo consumo y 8.5 horas de mínimo consumo. Los sábados hay 8 horas de máximo consumo y 16 de mínimo y los domingos sólo hay consumo mínimo.

A continuación se detallan los cálculos del factor de utilización. Este factor tiene en cuenta los momentos en los cuales la producción posible del aerogenerador es superior a la potencia demandada y por lo tanto hay que actuar sobre el control del aerogenerador reduciendo la potencia generada para se adapte a la demandada.

	Perfil de consumo	Pot. en momentos de Trabajo	Utilización de la pot. Generada en horas de trabajo	Pot. en horas de inactividad	Utilización de la pot. generada en horas de Inactividad	Utilización Global
Enero	100%	450	100%	150	94%	97%
Febrero	94%	422	100%	141	94%	97%
Marzo	86%	387	100%	129	93%	97%
Abril	67%	303	100%	101	92%	96%
Mayo	68%	305	100%	102	92%	96%
Junio	62%	280	100%	93	92%	96%
Julio	36%	163	95%	54	91%	93%
Agosto	48%	218	100%	73	92%	96%
Septiembre	74%	331	100%	110	93%	96%
Octubre	96%	433	100%	144	94%	97%
Noviembre	70%	317	100%	106	92%	96%
Diciembre	84%	379	100%	126	93%	97%
Media Anual			99.6%		93%	
Media Anual Total - Factor de Utilización						96%

La inversión total del proyecto es de 380.000 euros. Se ha realizado un estudio de rentabilidad en el supuesto de una subvención del 15% de la inversión inicial y una tarifa media de consumo de 0,08296 €/kWh. El resultado arroja una Tasa Interna de Retorno del 8,6%.

VIDA DEL PROYECTO		20 Años
Costo de Redaccion Proy. + Autorizaciones + medidas ambientales		9.000,00 €
Costo Obra Civil		40.000,00 €
Costo instalación Eléctrica - Conexión a red		30.000,00 €
Costo Aerogeneradores, sup. Montaje, inst, PEM		280.000,00 €
Costos de Transporte		8.000,00 €
Costo de Montaje (gruas + personal)	x 1 día	13.000,00 €
<b>Inversión de Total</b>		<b>380.000,00 €</b>
Aportación (% de la Inversión)	35%	133.000,00 €
Subvención	15%	57.000,00 €
Financiación - Préstamo		190.000,00 €
Periodo de Amortización préstamo		15 Años
Amortización por Año		12.666,67 €
Alquiler de Terreno		0,00 €
Periodo de Amortización hacienda		15,00
Depreciación por Año		25.333,33 €
Ratio de Inflación		1,5%
Ratio de Interés		6,0%
Costes Operación, Mantenimiento y Explotación		8.000,00 Euros/año
Producción Bruta Utilizable por la instalación		429.091,00 kWh/año
Indisponibilidad de aerogenerador		8,00%
Pérdidas Eléctricas Totales		3,00%
Producción Eléctrica Anual Neta		381.890,99 kWh/año
Precio de compra (ahorro) (Euro/kWh)		0,08296 Euros/kWh
Producción euros año		31.681,68 €
TIPO IMPOSITIVO - IMPUESTOS S.L.		0,0%

### 13.3. Autoconsumo fotovoltaico en el entorno empresarial

La empresa “Cambio Energético” es una empresa cacereña dedicada a la promoción de proyectos de energías renovables y eficiencia energética que ha decidido apostar por la implantación y la viabilidad de proyectos para el autoconsumo en el entorno empresarial (oficinas, locales comerciales, residencias y ámbitos industriales y agropecuarios).

La instalación que aquí se describe se realizó para una empresa dedicada al sector de la automoción y mecánica, Movil Coria S.L. en la provincia de Cáceres. Su puesta en marcha se hizo en julio de 2013.



Cedida por Cambio Energético

Se trata de un sistema fotovoltaico de potencia de 8 kW que consta de 36 paneles de 235 W.

El coste de la instalación para el cliente es de 13.911,49 euros. Para este proyecto, la empresa fue beneficiaria de una subvención de 5.700 euros concedida por una Agen-

cia de Desarrollo Local que gestiona fondos europeos para la mejora de la eficiencia en la gestión empresarial.

La empresa esperaba producir anualmente 12.060 kWh., de los cuales autoconsumiría en sus propias instalaciones 6.312 kWh, destinando el resto a la red eléctrica a su precio de mercado. El ahorro anual estimado era de 1.566 € y con lo que se dejarían de emitir a la atmósfera 7,9 Tn. de CO2 al año.

Tras el primer año de funcionamiento se ha producido aproximadamente 12.860 kWh, con una simultaneidad media entre la producción solar y el consumo eléctrico del taller del 39,33%. El ahorro económico del primer año ha sido de 1.212 euros (el 21,08% de ahorro en término de potencia y el 78,92% de ahorro en energía activa<sup>21</sup>).

En la siguiente tabla se detalla el cálculo de simultaneidad entre la producción solar y el consumo eléctrico del taller durante los doce meses<sup>22</sup> y su valor medio anual en horas de trabajo y no trabajo en la última columna.

Cálculo de simultaneidad entre la producción solar y el consumo eléctrico del taller.

<b>% VERTIDO RESPECTO PRODUCCIÓN</b>	56,09	60,27	53,18	58,00	63,36	49,83	39,44	56,90	86,67	86,67	86,67	86,67	<b>65,31</b>
<b>% VERTIDO EN HORAS DE TRABAJO</b>	16,49	16,31	14,28	14,83	39,36	14,85	-9,31	22,90	34,56	98,40	20,47	20,47	<b>25,30</b>
<b>% VERTIDO CERRADO RESPECTO A PRODUCCIÓN</b>	39,60	43,96	38,90	43,17	24,01	34,98	48,74	34,00	52,11	-11,73	66,20	66,20	<b>40,01</b>
<b>% SIMULTANEIDAD EN HORAS DE TRABAJO</b>	<b>70,60</b>	<b>72,93</b>	<b>73,14</b>	<b>74,43</b>	<b>37,89</b>	<b>70,20</b>	<b>123,60</b>	<b>59,76</b>	<b>60,12</b>	<b>-13,54</b>	<b>76,38</b>	<b>76,38</b>	<b>65,16</b>
<b>% SIMULTANEIDAD EN HORAS DE NO TRABAJO</b>	<b>29,40</b>	<b>27,07</b>	<b>26,86</b>	<b>25,57</b>	<b>62,11</b>	<b>29,80</b>	<b>-23,60</b>	<b>40,24</b>	<b>39,88</b>	<b>113,54</b>	<b>23,62</b>	<b>23,62</b>	<b>34,84</b>

Fuente: Cambio Energético.

21. No se tiene en consideración la nueva facturación de la electricidad de junio de 2014.

22. Los cálculos se han hecho extrapolando los datos de mayo de 2014 a junio y julio del 2014.

En estos resultados tienen mucha relevancia los horarios de actividad y de consumo energético. La empresa cierra al mediodía y los fines de semana, lo que impide una mayor optimización de la instalación.

Cambio Energético ha implantado otros sistemas de autoconsumo fotovoltaico en hoteles y supermercados donde la instalación resulta aún más rentable para el cliente.

A pesar de esta circunstancia, el cálculo del plazo de amortización indica que para el sexto año la instalación ya obtendría beneficios.

Para la estimación del plazo de amortización se han tomado como referencia los valores obtenidos de analizar el consumo, la producción y el ahorro obtenidos el primer año y se han incrementado anualmente alrededor de un 5%, el aumento de precios registrados el año de funcionamiento de la planta<sup>23</sup>.

Bajo esta hipótesis, se conseguiría un beneficio del 46,63% en el año 10 y más de un 106% en el año 15.

Cálculo de la amortización de la instalación de autoconsumo fotovoltaico.

AÑO	AHORRO EN E. ACTIVA	AHORRO EN T. POTENCIA	AHORRO ACUMULADO	AMORTIZACIÓN	SUBVENCIÓN
0				- 13.911,49 €	
1	956,52	255,54	1212,06	- 12.699,43 €	
2	1007,08	262,24	2481,38	- 5.730,11 €	5700,00
3	1060,31	269,12	3810,80	- 4.400,69 €	
4	1116,35	283,34	5210,49	- 3.001,00 €	
5	1175,36	290,77	6676,62	- 1.534,87 €	
6	1237,48	298,40	8212,50	1,01 €	
7	1302,89	306,22	9821,61	1.610,12 €	
8	1302,89	314,25	11438,75	3.227,26 €	
9	1302,89	322,49	13064,13	4.852,64 €	
10	1302,89	330,95	14697,97	6.486,48 €	46,63 %
11	1302,89	339,63	16340,49	8.129,00 €	
12	1302,89	348,54	17991,91	9.780,42 €	
13	1302,89	357,68	19652,48	11.440,99 €	
14	1302,89	367,06	21322,42	13.110,93 €	
15	1302,89	376,68	23001,99	14.790,50 €	106,32 %
16	1302,89	386,56	24691,44	16.479,95 €	
17	1302,89	396,70	26391,03	18.179,54 €	
18	1302,89	407,10	28101,01	19.889,52 €	
19	1302,89	417,78	29821,68	21.610,19 €	
20	1302,89	428,73	31553,30	23.341,81 €	167,79 %
21	1302,89	439,97	33296,16	25.084,67 €	
22	1302,89	451,51	35050,56	26.839,07 €	
23	1302,89	463,35	36816,80	28.605,31 €	
24	1302,89	475,50	38595,20	30.383,71 €	
25	1302,89	487,97	40386,06	32.174,57 €	231,28 %
	<b>31307,98</b>	<b>9078,07</b>			

Fuente: Cambio Energético.

23. Este incremento podría resultar conservador de acuerdo a la evolución observada en los últimos años y las expectativas de crecimiento de la factura a futuro (un +17,54 % desde 2010/11 hasta la puesta en marcha de la instalación).

### 13.4. Cooperativas de energía renovable

Son muchos los ciudadanos y ciudadanas que están tomando la alternativa a las grandes comercializadoras pasando sus contratos a cooperativas ciudadanas de consumo y generación de energía.

Estas cooperativas permiten tejer un modelo energético alternativo que recupere la soberanía energética para la ciudadanía, entrando en las partes del sector eléctrico actualmente liberalizadas, la comercialización y la generación de energía.

Entre sus valores fundamentales están la participación financiera de los/as socios/as, la transparencia y el control democrático, el enfoque a la comunidad local y su función educadora y divulgadora sobre una nueva cultura energética.

Las cooperativas para la producción de energía están muy desarrolladas y funcionan con éxito en otros países europeos, donde centenares de miles de personas ya han invertido para generar su propia energía renovable. Ejemplos de ello son Ecopower<sup>24</sup> (Bélgica) con 47.000 miembros, Enercoop<sup>25</sup> (Francia) con 11.000 miembros, EWS<sup>26</sup> (Alemania) y GreenpeaceEnergy<sup>27</sup> (Alemania) con 110.000 clientes cada una.

La primera cooperativa de producción y consumo de energía verde en el estado español fue fundada en 2010 en Girona con 150 socios, bajo el nombre de Som Energia. Una cooperativa sin ánimo de lucro que compra energía verde en el mercado eléctrico para venderla a sus propios socios pero que además desarrollan sus propios proyectos para producir energía renovable. Su objetivo final es proporcionar el 100% de la demanda de energía de nuestros miembros a través de nuestros propios proyectos.

Entre sus proyectos de generación, además de la planta de biogás descrita anteriormente, cuentan con cinco instalaciones de energía fotovoltaica en cubierta con una potencia total de unos 730 kW y una caldera de biomasa de 80 kW que funciona con astilla forestal. En estos momentos están en fase de estudio de un proyecto eólico.

Som Energia cuenta en la actualidad con aproximadamente 15.000 socios, el doble que el pasado año. Su funcionamiento durante estos años y el crecimiento experimentado les han permitido hacer economías de escala y ajustar los precios, posicionándose como una de las comercializadoras más económicas del mercado, hasta un 10% por debajo de los precios fijos de las comercializadoras de último recurso.

Bajo la misma concepción se han creado posteriormente cooperativas como Goiener<sup>28</sup>, que también aspiran a que la cantidad de energía generada mediante tecnologías renovables sea la equivalente a la cantidad de energía consumida por sus socios.

Esta cooperativa que comenzó en 2012, supera los 1.900 socios y apuesta por un desarrollo local para impulsar la economía de su entorno. Es por ello que aunque pueda comercializar a nivel peninsular, centrará sus proyectos en Euskadi.

Enercoop, en Alicante, es la firma matriz de un grupo cooperativo que procede de la Cooperativa Eléctrica Benéfica San Francisco de Asís creada en 1925 para ofrecer electricidad a las empresas de la región, en especial del sector textil. En la actualidad

24. [www.ecopower.be](http://www.ecopower.be)

25. [www.enercoop.fr](http://www.enercoop.fr)

26. [www.ews-schoenau.de](http://www.ews-schoenau.de)

27. [www.greenpeace-energy.de](http://www.greenpeace-energy.de)

28. [www.goiener.com](http://www.goiener.com)

reúne a varios socios productores, distribuidores y comercializadores de energías renovables y de cogeneración para seguir suministrando electricidad verde a la población alicantina a un precio menor.

De más reciente constitución son la cántabra Enerplus<sup>29</sup>, la andaluza Zencer<sup>30</sup> o la gallega Nosa Enerxia<sup>31</sup>.

Muchas de estas cooperativas son miembros de la red europea “rescoop.eu”, la Federación Europea de Cooperativas energéticas de ciudadanos. Esta Federación se constituyó legalmente a finales de 2013 y tiene como objetivo apoyar y desarrollar las cooperativas de energía renovable para promover la educación, la información y el intercambio de experiencias, el apoyo a la investigación y la creación de nuevas cooperativas y ayudar a superar las barreras financieras en el ámbito nacional, regional y europeo. ■

29. [www.enerplus.coop](http://www.enerplus.coop)

30. [www.zencer.es](http://www.zencer.es)

31. [nosaenerxia.com](http://nosaenerxia.com)



# EL AUTOCONSUMO ENERGÉTICO Y LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA RENOVABLE COMO YACIMIENTO DE EMPLEO



Este estudio se publica como parte del proyecto Empleo Verde y Local promovido por ISTAS.  
Se trata de una acción cofinanciada por el Fondo Social Europeo dentro del Programa Operativo de Adaptabilidad y Empleo 2007-2013, en el marco del Programa Empleaverde gestionado por la Fundación Biodiversidad en calidad de Organismo Intermedio.



UNIÓN EUROPEA  
FONDO SOCIAL EUROPEO  
*El FSE invierte en tu futuro*

