

Sector Solar Fotovoltaico

CAPÍTULO 3.5

PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA 2005-2010

3.5. Sector Solar Fotovoltaico

La producción de energía eléctrica directamente mediante el efecto fotovoltaico presenta al día de hoy indudables ventajas energéticas, industriales, medioambientales, sociales, etc. Entre ellas, la implantación de la energía solar fotovoltaica tan amplia como sea posible contribuirá a impulsar un futuro desarrollo tecnológico, que lleve a este procedimiento de generación eléctrica a términos cada vez más competitivos frente a otros procedimientos de generación.

En la primera parte de este apartado se describe la situación de la energía solar fotovoltaica en Europa, observándose como Alemania en un plazo muy corto de tiempo ha desarrollado un mercado fotovoltaico esencialmente distinto del resto de los países de la UE, y solamente comparable al japonés.

En la segunda parte se analiza el sector desde el punto de vista tecnológico, medioambiental y económico, comenzando con un breve análisis de los recursos solares. Entre los aspectos tecnológicos se analizan las disponibilidades existentes y su previsible evolución, tanto en lo que son los módulos fotovoltaicos como los tipos de instalaciones. Entre los aspectos medioambientales se enumeran los impactos tanto en la fase de producción como en la de aplicación, que son muy reducidos, existiendo solo un leve impacto visual.

En lo que se refiere a los aspectos económicos, se calculan los costes de generación, en base a las mismas hipótesis que en el capítulo 4 llevarán a una propuesta para alcanzar el umbral de rentabilidad según diferentes escalones de potencia, modulando de esta forma el precio de venta.

En el tercer apartado se analizan las nuevas acciones necesarias para continuar avanzando, entre las que destacan modulación de primas, acciones de difusión, formación y de carácter normativo.

Por último se resumen los nuevos objetivos a 2010, estableciéndose una cifra de 400 MW, así como su distribución indicativa por comunidades autónomas. En 2004 la potencia total instalada de energía solar fotovoltaica en España, según los datos disponibles, ha superado la cifra de 37 MWp, presentando un incremento cercano al 55% respecto a la potencia instalada en el año 2003. Que este ritmo de crecimiento se incremente en el periodo 2005-2010, y no solo se mantenga, dependerá de las medidas que se adopten hoy para derribar las barreras existentes y crear un entorno favorable a su desarrollo.

Adicionalmente se describe la favorable posición del sector industrial en España, y se enumeran las posibles líneas de innovación tecnológica.

Como conclusión cabe decir que la energía solar fotovoltaica en España se encuentra, al día de hoy, en muy buenas condiciones para comenzar un fuerte desarrollo. El marco administrativo, el sector empresarial, el grado de conocimiento e interés de los inversores potenciales y las nuevas medidas previstas, permiten plantear un fuerte incremento del objetivo al horizonte al 2010, que coloque a España entre los países líderes en energía solar fotovoltaica en todos sus aspectos.

3.5.1. Situación en la Unión Europea

El objetivo general del libro blanco de las Energías Renovables en la Unión Europea es conseguir una aportación de las fuentes de energía renovables en un porcentaje del 12% de la energía primaria demandada en la Unión Europea en el año 2010. El objetivo para la energía solar fotovoltaica es alcanzar 3.000 MW en el año 2010. Esto significa multiplicar por 100 la potencia fotovoltaica instalada en 1995. Se lanza la propuesta en la campaña de despegue, en la que como acción clave se propone que se instalen 1.000.000 de sistemas fotovoltaicos.

La potencia instalada en la Unión Europea se ha multiplicado por 4,5 en el periodo 1999-2003, pasando de 127 MWp a 573 MWp en el año 2003, según se muestra en la figura 1.

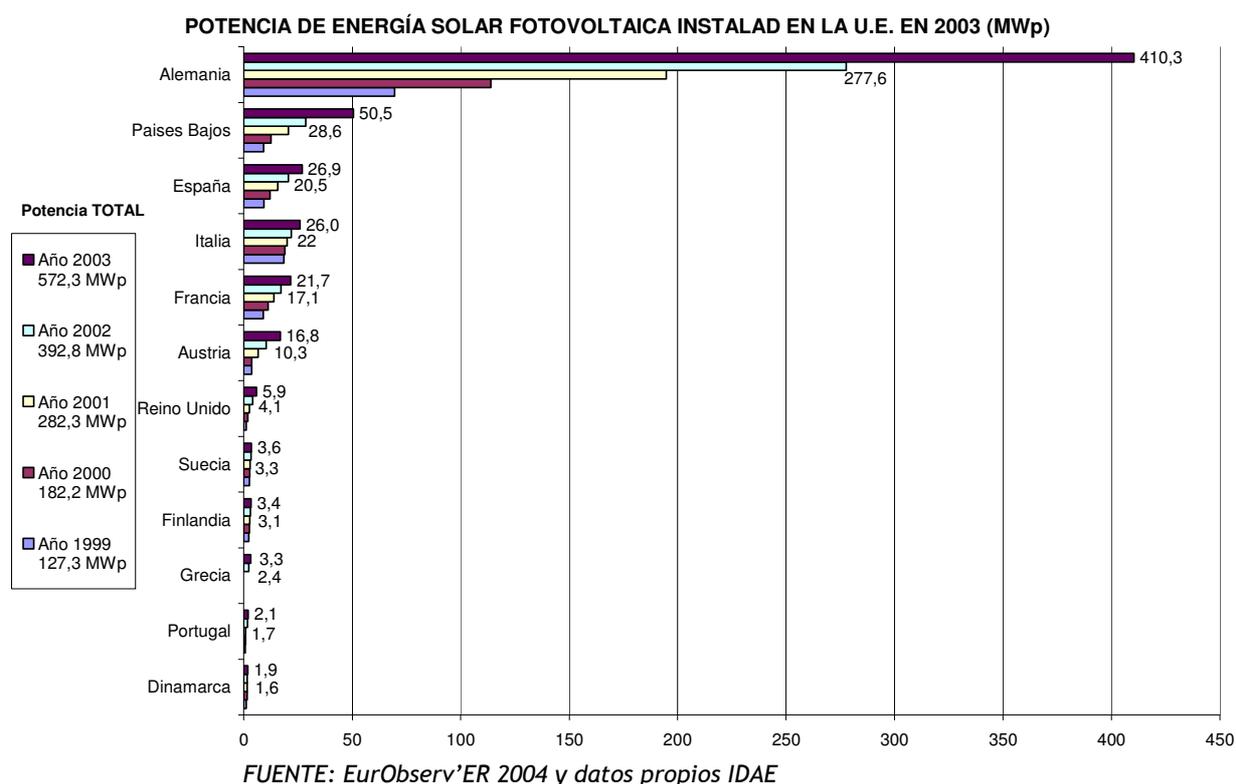


Figura 1. Potencia instalada por países en la U.E. Datos en MWp

Este cambio de dimensión del mercado tiene como protagonista indiscutible a Alemania, cuya potencia instalada en 2003 (410 MWp) supone más del 70% del total y cuyo mercado es sin duda el más activo. El tamaño del Mercado alemán se ha multiplicado por 10, pasando de 12 MWp anuales en 1999 a 130 MWp y 20.000 nuevos sistemas instalados en el 2003. Además de Alemania destacan Países Bajos, España e Italia, aunque en todos los casos con potencias totales inferiores a 50 MW.

El mercado fotovoltaico español es en estos momentos uno de los mercados más interesantes de la Unión Europea. Las principales barreras que limitaban el desarrollo de las aplicaciones fotovoltaicas conectadas a red en España están siendo eliminadas paso a paso, lo que se traduce en un crecimiento continuado que en estos momentos puede suponer un cambio de escala en la dimensión del mercado.

Actualmente se dan unas condiciones favorables para que se produzca este fuerte crecimiento (un marco legislativo adecuado, tarifas que hacen atractiva la inversión, financiación fácil de los proyectos, ayudas a fondo perdido e incentivos fiscales) aunque se deberán ir adaptando según la evolución del mercado tanto particular como global.

Como complemento a lo reflejado en la figura 1, en el año 2004 las estimaciones ofrecen una cifra de 10 MW instalados, con un crecimiento de la potencia instalada en el año del 55% respecto a la instalada en 2003, y un crecimiento de la potencia total del 36%. En 2004 se dispone de 37 MWp instalados de los cuales aproximadamente el 65% de esta potencia instalada corresponde a instalaciones conectadas a red siendo la media europea del 86%.

Finalmente, considerando los objetivos del Libro Blanco, en la actualidad es bastante difícil pronosticar al horizonte del 2010, existiendo bastante incertidumbre sobre la probabilidad de que se lleguen a alcanzar los 3.000 MW instalados de objetivo.

3.5.2. Análisis del Área Solar Fotovoltaica

3.5.2.1. Situación actual

Las previsiones que se realizaron en el Plan de Fomento para el área solar fotovoltaica, además del potencial disponible en España, tuvieron en cuenta los antecedentes tanto técnicos como de implicación de las distintas comunidades autónomas en la promoción del área, así como las tendencias futuras de las distintas aplicaciones.

Partiendo de estos supuestos, se estimó que el incremento de la potencia a instalar hasta el año 2010 podría alcanzar un total de 135 MWp entre instalaciones aisladas (20 MWp) e instalaciones conectadas a red (115 MWp).

En la figura 2 se recoge una previsión por Comunidades Autónomas de la distribución de estos objetivos y el grado de avance alcanzado hasta final del 2004.

Andalucía (18,5 MWp), Cataluña (16,5 MWp), Madrid (13,4 MWp), Castilla y León (12,2 MWp) y Comunidad Valenciana (10,9 MWp) son las comunidades que tienen unos objetivos más altos, superando en todos los casos los 10 MWp.

COMUNIDAD AUTÓNOMA	SITUACIÓN AÑO 2004 (MWp)	OBJETIVO PLAFER 2010 (MWp)
ANDALUCÍA	7,860	18,513
ARAGÓN	0,673	7,037
ASTURIAS	0,340	3,898
BALEARES	1,327	7,541
CANARIAS	1,196	7,567
CANTABRIA	0,068	3,877
CASTILLA Y LEÓN	2,729	12,160
CASTILLA - LA MANCHA	1,778	6,569

FUENTE: Datos propios IDAE

Figura 2. Previsión del Plan de Fomento 1999 por Comunidades Autónomas

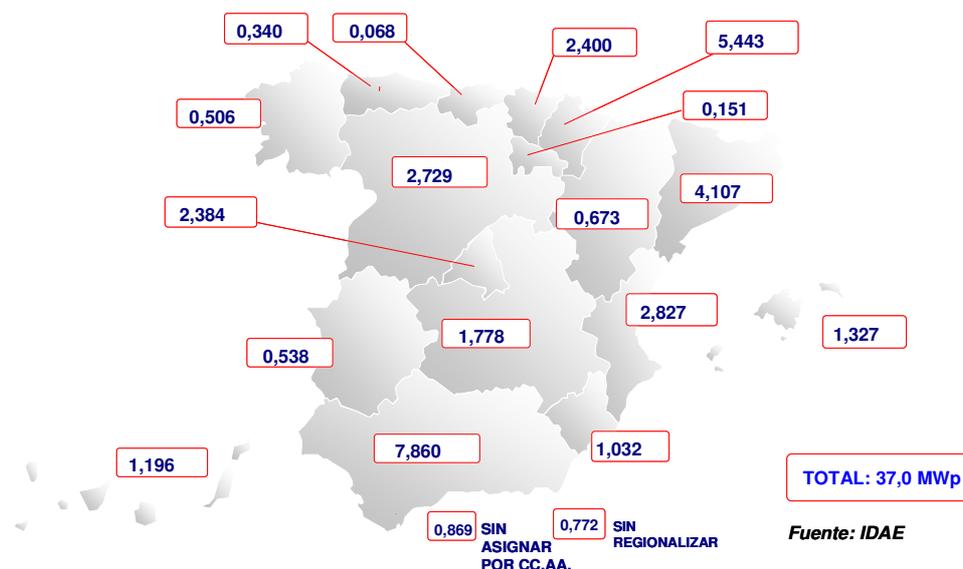
COMUNIDAD AUTÓNOMA	SITUACIÓN AÑO 2004 (MWp)	OBJETIVO PLAFER 2010 (MWp)
CATALUÑA	4,107	16,500
EXTREMADURA	0,538	6,470
GALICIA	0,506	6,303
MADRID	2,384	13,390
MURCIA	1,032	4,320
NAVARRA	5,443	7,820
LA RIOJA	0,151	3,857
COMUNIDAD VALENCIANA	2,827	10,918
PAÍS VASCO	2,400	6,193
NO REGIONALIZABLE	0,772	0,772
TOTAL	37,000	143,7

FUENTE: Datos propios IDAE. No regionalizados: 0,869 MW

Figura 2 (Continuación). Previsión del Plan de Fomento 1999 por Comunidades Autónomas

A finales del 2004, la mayoría de las Comunidades Autónomas tienen un cumplimiento bajo de sus objetivos, con excepción de Navarra que supera el 70%. En valores absolutos, Andalucía es la comunidad autónoma que más potencia ha instalado con 7,9 MWp, seguida de Navarra con 5,4 MWp y Cataluña con 4,1 MWp.

En la figura 3 se puede ver la distribución por Comunidades Autónomas de la potencia total instalada a 2004.



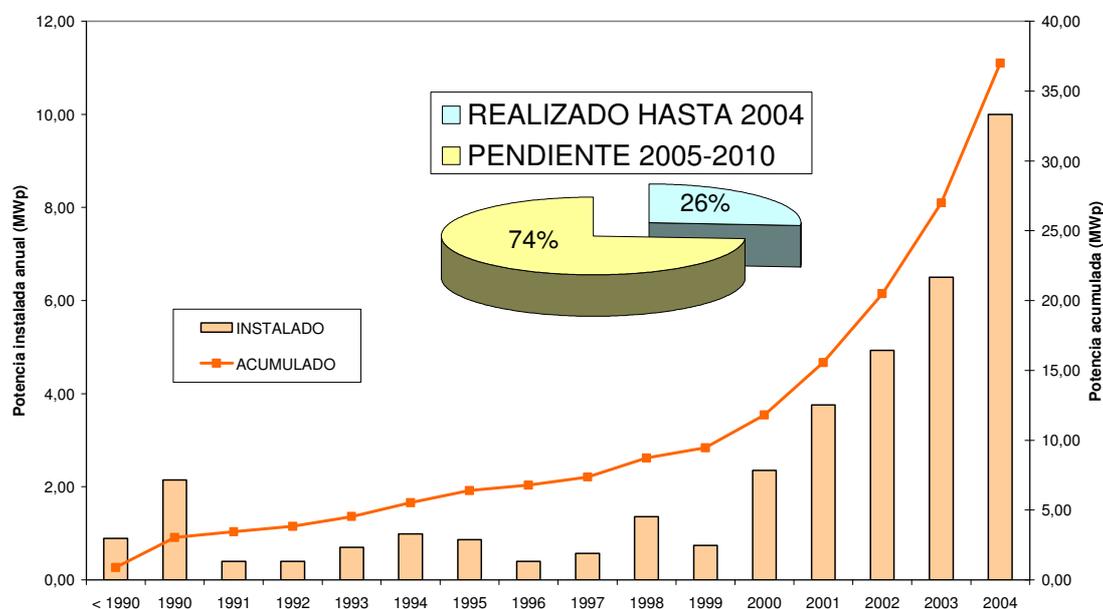
FUENTE: Datos propios IDAE

Figura 3. Distribución de la potencia instalada por CC.AA. Datos en MWp

En la figura 4 se representa la evolución histórica en el periodo 1990-2003 de la potencia instalada anual.

A partir del año 1999 se produce un salto cuantitativo muy importante en la potencia instalada anualmente, coincidiendo con el inicio de la introducción en el mercado de las aplicaciones conectadas a red.

En el gráfico de sectores se muestra la potencia total instalada hasta 2004, de energía solar fotovoltaica, respecto al objetivo de 143,8 MWp establecidos para 2010 en el Plan de Fomento de las Energías Renovables de 1999.



FUENTE: Datos propios IDAE

Figura 4. Evolución histórica de la potencia fotovoltaica total instalada en España

En 2004 la potencia total instalada estimada es de 37 MWp, de los cuales 13,5 MWp corresponden a instalaciones aisladas a la red y 23,5 MWp a instalaciones conectadas a la red eléctrica.

Para instalaciones aisladas de la red el mercado se encuentra estabilizado entre 1 MWp y 1,5 MWp al año, por lo que aunque se ejecuten un gran número de proyectos (1750 en el año 2003) sería necesario un fuerte incremento del mercado para alcanzar el incremento de 20 MWp que prevé el plan.

En el caso de las instalaciones conectadas a red, aunque el objetivo de 115 MWp con las cifras actuales aún parece lejano, el crecimiento del mercado está siendo muy fuerte (más del 50 % en el año 2004, respecto 2003). La nueva normativa sobre tarifas (Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo) unido al resto de ayudas económicas de IDAE y algunas Comunidades Autónomas, esta impulsando fuertemente este tipo de instalaciones.

3.5.2.2. Recurso

El recurso solar es abundante en España, que dispone de condiciones muy adecuadas para la energía solar fotovoltaica, con áreas de alta irradiancia. La situación respecto a otros países europeos como Alemania es comparativamente muy favorable.

La principal característica de este recurso es estar disponible en toda la superficie al mismo tiempo, estando no obstante condicionado por las sombras de elementos naturales y artificiales y por las particulares condiciones climáticas de cada área geográfica.

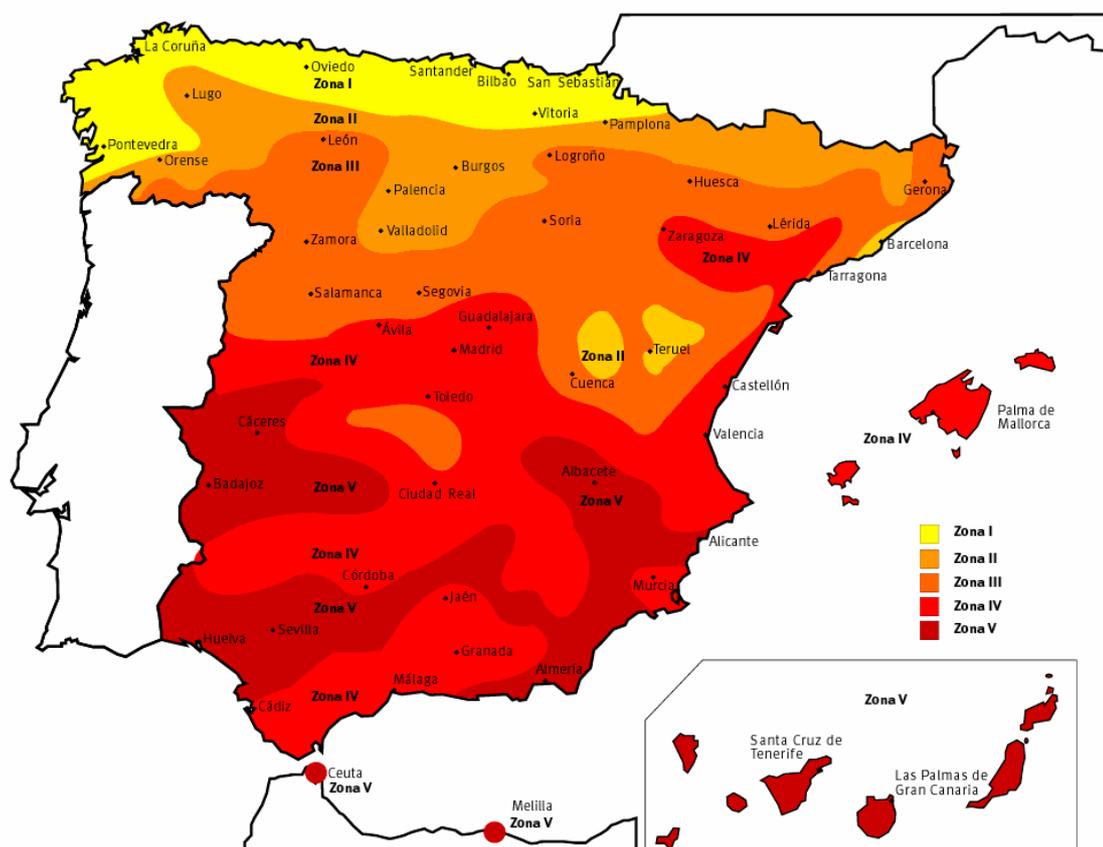
La evaluación del potencial solar es una labor que requiere de un periodo muy amplio de toma de datos, del orden de años. A esto se suma la necesidad de realizar una toma de datos suficientemente detallada, para que los valores obtenidos sean representativos y reflejen las particularidades de cada microclima.

Actualmente las principales bases de datos de radiación recogen las condiciones climáticas de las capitales de provincia, sin reflejar las particularidades de regiones a menor escala. No obstante, en los últimos años, varias comunidades autónomas han profundizado en el conocimiento de sus recursos solares, elaborando sus propios mapas de radiación que ofrecen datos muy precisos y concretos del recurso solar.

Además como fuente complementaria, en algunos casos se pueden obtener datos de las instalaciones fotovoltaicas monitorizadas, cuyo número es cada día mayor.

A título orientativo se ofrece en la figura 5 una estimación de la cantidad de energía media diaria por unidad de superficie (irradiación) en España, según 5 zonas climáticas.

Radiación solar es la energía procedente del sol en forma de ondas electromagnéticas. Irradiación es la energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto periodo de tiempo.



FUENTE: INM. Generado a partir de isólinas de radiación solar global anual sobre superficie horizontal.

ZONA CLIMÁTICA	I	II	III	IV	V
IRRADIACIÓN MEDIA DIARIA (kWh/m ²)	< 3,8	3,8 - 4,2	4,2 - 4,6	4,6 - 5,0	> 5,0

Figura 5. Irradiación media diaria en España según zonas climáticas

3.5.2.3. Aspectos tecnológicos

El componente principal de una instalación fotovoltaica es el generador. El generador fotovoltaico está formado normalmente por módulos fotovoltaicos. Estos a su vez son un conjunto de células fotovoltaicas conectadas entre sí, y debidamente protegidas de los agentes externos. La materia prima de las células fotovoltaicas comerciales en España es el silicio, tanto en tecnología mono como policristalina, las más extendidas. Las eficiencias comerciales que se obtienen llegan al 18% para silicio monocristalino, y pueden ser algo más bajas para silicio policristalino. Otro tipo de tecnología menos generalizada es la de lámina delgada de silicio amorfo, que suele presentar desventajas frente a las tecnologías cristalinas, pero que son más sencillas de obtener. Se encuentran en experimentación materiales para aplicar en forma de capa delgada como el telurio de cadmio (CdTe) o el diseleniuro de indio-cobre (CIS), con eficiencias interesantes.

En cuanto a la obtención de la materia prima para las tecnologías de silicio, tradicionalmente se utilizaba silicio de grado solar procedente de la industria electrónica como un producto marginal. Aunque desde hace algunos años se produce silicio grado solar, fabricado expresamente para la industria fotovoltaica, dado el fuerte crecimiento de la demanda, se podría producir una cierta carencia de materia prima. Tecnologías innovadoras como la concentración, que para igualdad de potencia utilizan silicio de grado electrónico, procedente de la propia industria electrónica pero en mucha menor intensidad y con mayor valor añadido, pueden contribuir a resolver el problema de la materia prima.

Según el tipo de aplicación, de forma muy general, se puede distinguir entre instalaciones fotovoltaicas conectadas a red e instalaciones aisladas de red. En la figura 6 se muestra una posible clasificación de las instalaciones fotovoltaicas con algunos ejemplos de aplicaciones aisladas de red.

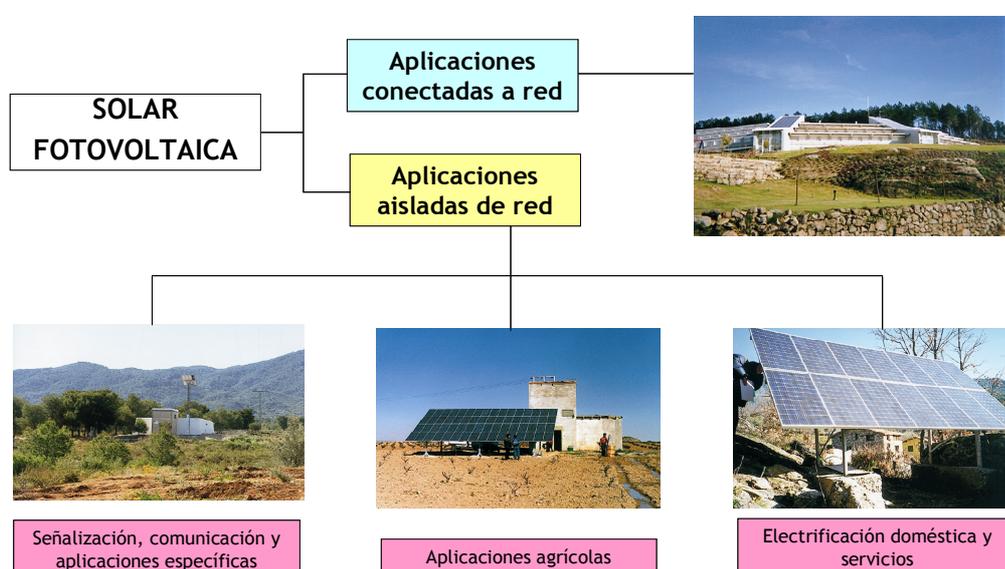


Figura 6. Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica

Las conectadas a la red están formadas por un generador fotovoltaico y un sistema de acondicionamiento de potencia, encargado de transformar la energía en forma de corriente continua a corriente alterna, con las características de la red de distribución. El sistema de acondicionamiento de potencia es el inversor, que debe cumplir todos los requisitos de seguridad y garantía para que su funcionamiento no provoque alteraciones en la red ni disminuya su seguridad, contando para ello con las funciones de protección correspondientes.

Las instalaciones fotovoltaicas aisladas puede contar o no con sistemas de acumulación (baterías). Los sistemas sin acumulación habitualmente son bombeos directos. Las baterías en un 90% corresponden a las estacionarias del tipo Plomo-Ácido, que con un mantenimiento adecuado se adaptan perfectamente a los sistemas de generación. Se puede usar esta energía como tal o después de transformarla a corriente alterna mediante un inversor.

Durante los cuatro últimos años las aplicaciones conectadas a la red en España se han consolidado como la principal aplicación de la energía solar fotovoltaica, ya que se han adoptado un conjunto de medidas de carácter económico y legislativo con el objetivo de crear unas condiciones adecuadas para el desarrollo del mercado de las aplicaciones fotovoltaicas conectadas a red.

En 2004 la potencia instalada, según los datos disponibles, ha sido de 1,5 MWp para aplicaciones aisladas y de 8,5 MWp para aplicaciones conectadas a red. Esto supone alcanzar unas cifras de 14 MWp en instalaciones aisladas y 23 MWp en instalaciones conectadas a red.



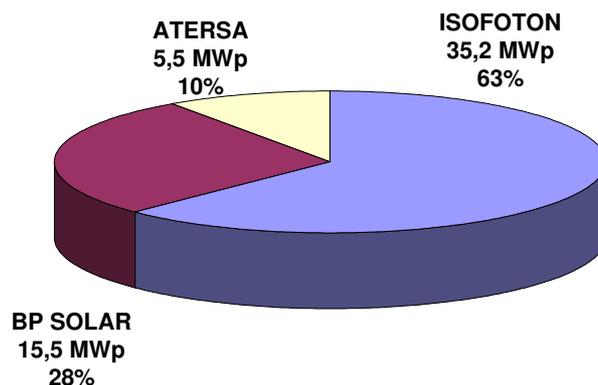
FUENTE: Datos propios IDAE

Figura 7. Evolución de la potencia instalada según aplicaciones
* Datos de 2004 provisionales

Los actuales fabricantes de módulos fotovoltaicos españoles se encuentran entre los más importantes a nivel internacional, destinando la gran parte de su producción al mercado exterior. A los tres fabricantes tecnológicos existentes (Isofotón, BP Solar y Atersa), recientemente se han unido otros dos fabricantes (Gamesa y Siliken) y existen otras iniciativas en marcha. Todos ellos obtienen el silicio de suministradores internacionales.

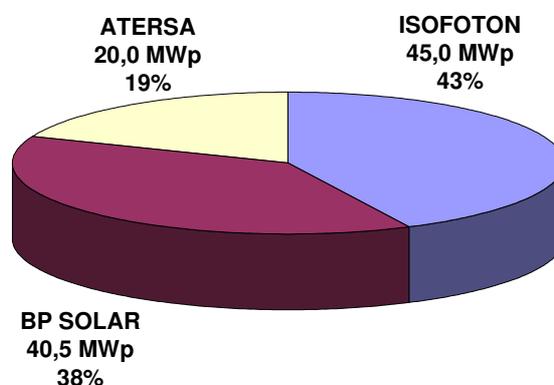
Adicionalmente, el incremento del mercado interior y las buenas perspectivas internacionales están favoreciendo que durante 2005 aparezcan nuevas inversiones y se vayan a poner en funcionamiento nuevas fábricas de módulos y células en nuestro país.

En la figuras 8 se muestra la cantidad de células producidas en 2003 (56,20 MWp), y en la figura 9 el reparto de capacidad de producción de los principales fabricantes, igualmente en el año 2003 (105,5 MWp), entre Isofotón, BP Solar y Atersa.



FUENTE: Photon Internacional

Figura 8. Células producidas en 2003: 56,2 MWp



FUENTE: Photon Internacional

Figura 9. Capacidad de producción en 2003: 105,5 MWp

Por otra parte el conjunto del sector español, como muestra de su gran dinamismo, esta mejorando sus productos e introduciendo en el mercado innovaciones tanto de componentes (seguidores, mejoras de inversores, etc.) como en el modo de concebir los proyectos y su gestión (huertas solares, integración).

Las plantas fotovoltaicas mayores de 1 MW, están siendo objeto de la actividad de diferentes promotores agrupando a distintos titulares, en forma de los denominados "huertos solares". Este tipo de plantas se beneficia de unos precios menores de instalación y menores costes de operación y mantenimiento, al tener unificada la gestión y aprovechar el efecto escala. En estas plantas se está imponiendo en el mercado español el modelo basado en seguidores solares. El incremento en la producción, que se estima de un 25% como media para seguidores en 1 eje, ha propiciado su implantación progresiva

Por otro lado, entre los proyectos que se están llevando a cabo, puede destacarse el promovido por SEVILLA PV, consistente en una central de 1,2 MW con seguimiento y baja concentración. También existen iniciativas para introducir comercialmente tecnologías de alta concentración.

Además se parte de la base de un sector con experiencia y organizado, al que se unen cada día mas empresas, siendo uno de los sectores con más creación de empleo de todos los de energías renovables.

3.5.2.4. Aspectos normativos

La ley 54/1997 del Sector Eléctrico, estableció un Régimen Especial para aquellas instalaciones que utilizasen fuentes de energía renovables, con una potencia instalada inferior a los 50 MW.

El Real Decreto 436/2004, sobre Régimen Especial, desarrolla la ley, y establece un régimen económico garantizado para toda la vida de la instalación, actualizando y refundiendo el régimen jurídico que afecta a la energía solar fotovoltaica. Junto con él, el Real Decreto 1663/2000, sobre conexión a la red eléctrica de baja tensión, y la Resolución de 31 de mayo de 2001, de la Dirección General de Política Energética y Minas, que contiene el modelo de contrato tipo con la empresa distribuidora, constituyen el núcleo legislativo referente a las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

Paralelamente, numerosas comunidades autónomas han desarrollado sus propias reglamentaciones, que vienen a complementar o detallar los procedimientos administrativos para legalizar las instalaciones.

Entre ellas se puede destacar: Andalucía, con la Instrucción, de 21 de enero de 2004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico; Cataluña, con el Decreto 352/2001, de 18 de diciembre, y la Oficina de Gestión Unificada, que centraliza todos los trámites; Canarias, con el Decreto 26/1996; y País Vasco, con la Orden 5057 de 11 de julio de 2001.

Junto a estas iniciativas hay que citar las ordenanzas solares que incorporan algunos municipios para potenciar la energía solar fotovoltaica.

No obstante queda sin resolver la problemática de la conexión a red de las instalaciones que se encuentran en emplazamientos con conexión en alta tensión, donde el centro de transformación pertenece a un particular o a una empresa distinta de la distribuidora.

También resulta especialmente relevante la limitación que impone el Real Decreto 436/2004, que limita las actuales condiciones de retribución de la energía generada hasta que la potencia total instalada sea de 150 MW.

3.5.2.5. Aspectos medioambientales

La energía solar fotovoltaica, como fuente renovable, representa una fórmula energética radicalmente más respetuosa con el medio ambiente que cualquier energía convencional, debido a que se dispone de recursos inagotables a escala humana para cubrir las necesidades energéticas. En este sentido tiene que valorarse muy positivamente la posibilidad de aplicación en el ámbito local, lo que hace innecesaria la creación de infraestructuras de transporte energético desde los puntos de producción a los de consumo.

El impacto principal se produce en las operaciones extractivas de las materias primas, ya que aunque la mayoría de las células fotovoltaicas se fabrican con silicio, material obtenido a partir de la arena y por tanto muy abundante en la naturaleza, es necesario transformarlo con consumo de energía hasta conseguir silicio de grado solar.

En la fase de uso las cargas ambientales son despreciables, y en la fase de eliminación, después de la vida útil, pueden establecerse vías claras de reutilización o retirada, aunque hasta el momento, dado el escaso volumen, esta poco estudiado.

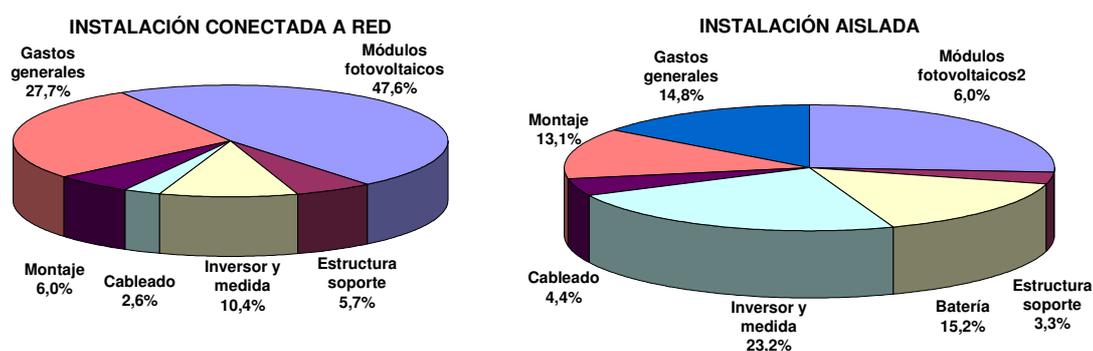
El efecto Visual sobre el paisaje es el principal impacto en la fase de uso, siendo susceptible de ser reducido en la mayoría de las instalaciones con una adecuada integración en el paisaje o los edificios.

En el medio físico y biótico no existen afecciones importantes ni sobre la calidad del aire ni sobre los suelos, flora y fauna, no provocándose ruidos ni afectándose tampoco a la hidrología existente.

3.5.2.6. Aspectos económicos

El coste de implantación de la energía solar fotovoltaica depende de factores como el tipo de aplicación (conectada o aislada), el tamaño, el tipo de tecnología y las condiciones de mercado. A lo largo de los años de desarrollo de la energía solar fotovoltaica los costes han experimentado bajada significativa, evolucionando desde 9.500 €/kWp instalado en el año 1999 a 8.000 €/kWp en el año 2004.

Si se tiene en cuenta las aplicaciones conectadas a red y las aisladas con acumulación, se obtiene un desglose del coste de la instalación según componentes como muestra la figura 10. Para el caso de instalación conectada se ha tomado el caso de una potencia de 30 kWp.



FUENTE: Informe ASIF 2004

Figura 10. Desglose de costes de la instalación por elementos.

Las condiciones de mercado, se están revelando de una importancia crucial que va más allá de la reducción de costes de fabricación por economía de escala. En función de las características del mercado los precios varían sustancialmente, así mercados como el de Reino Unido con una potencia instalada total inferior a 10 MW tienen precios medios muy altos que pueden superar los 10 €/Wp. En el lado opuesto el mercado Alemán, en el que se instalaron en el 2003 más de 130 MWp, y cuya potencia total instalada está superando los 400 MWp, los precios se han reducido un 20% en el periodo 1999-2003 situándose al día de hoy por debajo de los 4,5 €/Wp.

En cuanto al futuro del mercado español, es previsible que se produzca un cambio significativo en el tamaño del mercado, y en principio cabría esperar que se produzcan a corto plazo descensos significativos en los precios. En este sentido se estima que duplicar el tamaño del mercado puede significar una reducción de los precios del orden del 18% (German Solar Industry Association) por el denominado “factor de aprendizaje”.

No obstante, esta tendencia se puede ver truncada por un mercado en el cual un crecimiento rápido de la demanda solar se ha unido al crecimiento de la demanda de productos electrónicos, partiendo ambos de procesos de fabricación comunes y de capacidad limitada a corto plazo.

A continuación se muestra un resumen de los casos tipo de instalaciones fotovoltaicas, en base a los cuales se calcula el coste de generación por kWh.

El estudio de los costes de generación se realiza para una inversión con el 100% de recursos propios, sin ayudas ni desgravaciones, considerando para los cinco casos una retribución de los recursos propios del 5%. El periodo de vida útil se considera de 25 años, al igual que el periodo de amortización.

Estos datos generales se recogen en el cuadro de cabecera de la figura 11, y a continuación se resumen los datos principales que sirven de base para calcular los costes de generación.

DATOS GENERALES	TODOS LOS CASOS TIPO
Vida útil y periodo de amortización	25 años
Coste de oportunidad de recursos propios	5%
Recursos propios	100%
Incremento anual de gastos de Op. y Mant.	1% (IPC - 1%, considerando IPC = 2%)
Incremento anual del precio de la energía	1,4%
Decremento anual en el coste de inversión	5% (Hasta 2010)

CASO TIPO I	AISLADA DE RED. P < 5kWp
Tipo instalación	Fija
Potencia pico (del campo generador)	1,1 kWp
Horas equivalentes de funcionamiento	1.000 horas/año
Inversión unitaria por kWp instalado (2005)	11.760 €/kWp
Gastos de operación y mantenimiento	30,3 c€/kWh

CASO TIPO II	CONEXIÓN A RED. Fija, P < 100 kWp
Tipo instalación	Sin seguimiento
Potencia pico (del campo generador)	6,12 kWp
Horas equivalentes de funcionamiento	1.250 horas/año
Inversión unitaria por kWp instalado (2005)	5.700 €/kWp
Precio unitario de venta de energía (2005)	575% de TMR: 42,1498 c€/kWh
Gastos de operación y mantenimiento (2005)	3,00 c€/kWh. 7,11% sobre precio de venta

FUENTE: Elaboración propia

TMR: Tarifa eléctrica Media de Referencia, definida en RD 1432/2002, de 27 de diciembre

TMR 2005: 7,3304 c€/kWh, establecida por RD 2392/2004, de 30 de diciembre

Figura 11. Resumen de casos tipo para el cálculo de los costes de generación

CASO TIPO III	CONEXIÓN A RED. Seguimiento, P < 100 kWp
Tipo instalación	Seguimiento solar
Potencia pico (del campo generador)	6,12 kWp
Horas equivalentes de funcionamiento	1.644 horas/año
Inversión unitaria por kWp instalado (2005)	5.938 €/kWp
Precio unitario de venta de energía (2005)	575% de TMR: 42,1498 c€/kWh
Gastos de operación y mantenimiento (2005)	2,37 c€/kWh. 5,62% sobre precio de venta

CASO TIPO IV	CONEXIÓN A RED. Central, P > 100 kW
Tipo instalación	Seguimiento solar con baja concentración
Potencia pico (del campo generador)	700 kWp
Horas equivalentes de funcionamiento	3.142 horas/año
Inversión unitaria por kWp instalado (2005)	7.600 €/kWp
Precio unitario de venta de energía (2005)	300% de TMR: 21,9912 c€/kWh
Gastos de operación y mantenimiento (2005)	2,56 c€/kWh. 11,64% sobre precio de venta

FUENTE: Elaboración propia

TMR: Tarifa eléctrica Media de Referencia, definida en RD 1432/2002, de 27 de diciembre

TMR 2005: 7,3304 c€/kWh, establecida por RD 2392/2004, de 30 de diciembre

Figura 11 (Continuación). Resumen de casos tipo para el cálculo de los costes de generación

El coste de inversión unitaria por kWp instalado se considera que disminuye un 5% anual desde el valor de partida de 2004, quedando para caso tipo como se muestra en la tabla siguiente.

Inversión unitaria área solar fotovoltaica (c€/kWp)

AÑO	Caso tipo I	Caso tipo II	Caso tipo III	Caso tipo IV
2005	11.760	5.700	7.410	7.600
2010	10.630	4.411	5.734	5.881

FUENTE: Elaboración propia

Figura 12. Evolución de la inversión unitaria (€/kWp) en el periodo 2005-2010

Para el cálculo del precio de venta de la energía generada en 2010 se toma un incremento del 1,4% anual, partiendo del precio de 2005, resultando los valores reflejados en la figura 13.

Ingresos unitarios área solar fotovoltaica (c€/kWh)

AÑO	Casos tipo II y III	Caso tipo IV
2005	42,1498	21,9912
2010	45,8166	23,5743

FUENTE: Elaboración propia

Figura 13. Evolución de los ingresos unitarios (c€/kWh) en el periodo 2005-2010

De entre los casos tipo, se toma como coste superior para instalaciones menores de 100 kWp una instalación fija de $P = 6,12$ kWp (caso tipo II), y como coste inferior una instalación formando parte de una agrupación con seguimiento solar de $P = 6,12$ kWp (caso tipo III).

Para las instalaciones >100 kWp se considera para el cálculo del coste de generación el de una central con seguimiento en dos ejes y concentración de baja intensidad (caso tipo IV), tomando para el coste superior 2.670 horas/año, y para el coste inferior 3.613 horas/año. Estas horas de funcionamiento corresponden a una horquilla del 15% por debajo y por encima de las consideradas en el caso tipo VI, 3.142 horas/año.

Estos cálculos del coste de generación se hacen para 2005 y para 2010, resultando las horquillas recogidas en la tabla de la figura 14.

Coste de generación área solar fotovoltaica (c€/kWh)

AÑO	Instalaciones < 100 kWp	Instalaciones >100 kWp
2005	40,8 - 44,0	21,5 - 28,2
2010	32,3 - 35,0	17,4 - 22,6

FUENTE: Elaboración propia

Figura 14. Evolución del coste de generación (c€/kWh) en el periodo 2005-2010

3.5.2.7. Barreras

Las barreras de la energía fotovoltaica se ha clasificado en cuatro grandes grupos: económicas, tecnológicas, normativas y sociales.

Barreras económicas

Rentabilidad insuficiente por lo que necesita una prima elevada.

Con los precios y el rendimiento hasta ahora vigentes, las instalaciones se amortizan en extensos periodos de tiempo. Es por ello que la fotovoltaica se ha desarrollado asociada a líneas de ayudas, tanto por parte de las CCAA como con fondos estatales.

En el momento actual se considera que el crecimiento del mercado va a permitir una bajada progresiva de los precios de las instalaciones, por lo que si se mantiene la prima en las condiciones definidas en el RD 436/2004 las instalaciones pueden ir mejorando su rentabilidad.

Falta de incentivos fiscales

A través de la Ley 24/2001 de 27 de diciembre (para grandes empresas que cumplan el artículo 122 del Impuesto de Sociedades), ampliada en su ámbito de aplicación (para toda tipología de empresas) mediante el Real Decreto Ley 2/2003, cualquier empresa que invierta en energía solar tiene la posibilidad de deducción del 10% de la inversión. Sin embargo, los particulares que realicen instalaciones aisladas no cuentan con deducciones en el IRPF.

Barreras tecnológicas

Falta de iniciativas y de incentivos para el desarrollo de instalaciones innovadoras

La situación actual del mercado y las actuales líneas de apoyo no presentan suficientes incentivos para llevar a cabo proyectos novedosos desde el punto de vista técnico, con integración arquitectónica etc.

Transitoriamente, falta de materia prima en el mercado internacional

Durante los últimos años, la industria fotovoltaica se ha estado abasteciendo de materias primas (silicio grado solar) que son subproductos o proceden de procesos compartidos con la industria electrónica. El incremento de ambos sectores está produciendo tensiones en los mercados, frente a las cuales la fotovoltaica puede verse perjudicada por su esquema económico de menor valor añadido.

Actualmente se están llevando a cabo fábricas de silicio que abastecerán a la industria fotovoltaica.

Barreras normativas

Limitación de las primas y tarifas actuales hasta que se alcancen 135 MW

El RD 436/2004 establece el límite de 135 MW, el cual supone una clarísima limitación del desarrollo del sector fotovoltaico.

Alejamiento de la energía solar fotovoltaica del sector de la edificación

La energía solar fotovoltaica es una de las formas más viables de incorporar energías renovables en la edificación. Sin embargo este sector no se plantea esta posibilidad, siendo en algunos casos, dependiendo del tipo de uso, utilizadores de energía de forma muy ineficiente.

Sin embargo, el despegue definitivo de la tecnología fotovoltaica pasa por la generalización de su uso en nuevas construcciones, siempre que las condiciones propias de diseño y las del entorno lo hagan posible.

Trámites administrativos desproporcionados

La energía solar fotovoltaica se caracteriza por su elevado grado de dispersión. Se trata de llevar a cabo numerosas instalaciones, comparativamente de muy pequeño tamaño. Por lo tanto para que numerosos usuarios potenciales se interesen, deben existir unos procedimientos administrativos proporcionados al tamaño de las instalaciones.

Dichos procedimientos de autorización administrativa son competencia de la administración autonómica y aunque en algunas se ha avanzado notablemente aun resultan muy complejos o poco conocidos por los técnicos en algunas CCAA o provincias. Por otro lado, la necesidad de tramitar el impuesto eléctrico se suma a las barreras ya expuestas.

Falta de existencia de una normativa técnica completa sobre instalaciones

La normativa vigente presenta todavía lagunas importantes en los que se refiere a prescripciones para la ejecución de instalaciones ya que no se encuentra recogidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Esto acarrea graves inconvenientes y, entre otros problemas de seguridad y de delimitación de responsabilidades.

Dificultades de conexión para usuarios de alta tensión

El ámbito de aplicación de la reglamentación específica sobre conexión para energía fotovoltaica (RD 1663/2000) es baja tensión. Sin embargo numerosos usuarios potenciales no tienen posibilidad de acceder a líneas de baja tensión (por ejemplo edificios o complejos de edificios no urbanos) y si lo tienen deben contratar una nueva línea.

Sin embargo el efecto energético es equivalente vertiendo a la compañía distribuidora que conectando en la propia red de baja de este tipo de usuarios.

Necesidad de aclaraciones del RD 1663/2000

Existen dudas sobre determinados aspectos del RD 1663/2000, relativas a aspectos técnicos de los inversores y de las protecciones necesarias en las instalaciones.

Barreras sociales

Necesidad de difusión a usuarios potenciales

Aunque se ha avanzado bastante en los últimos años existe todavía un gran desconocimiento entre los usuarios potenciales que en el caso de la energía solar fotovoltaica es el público en general.

Necesidad de difusión y formación a ayuntamientos

Los ayuntamientos pueden ser uno de los principales impulsores de la energía solar fotovoltaica en el ámbito de sus competencias sobre medio ambiente.

En relación con la fiscalidad por parte de los ayuntamientos, si bien ha existido un desarrollo normativo, en la práctica la administración local no ha aplicado las diversas bonificaciones para las cuales se les ha habilitado. El desarrollo normativo ha sido el siguiente:

- Ley 51/2002, a través de la cual existe la posibilidad de que ayuntamientos apliquen una bonificación de hasta el 50% del IAE y hasta el 95% del Impuesto de Construcciones, Instalaciones y Obras, para el aprovechamiento de energía solar para autoconsumo.
- Real Decreto Ley 2/2003, a través del cual existe la posibilidad de que ayuntamientos apliquen una bonificación de hasta el 50% del IAE para el aprovechamiento de energía solar para autoconsumo.

- Ley 62/2003, a través de la cual los ayuntamientos pueden aplicar las bonificaciones en todos los casos.

Una de las razones de la falta de aplicación, además de su repercusión económica, ha sido el desconocimiento de la administración local.

Es necesario reforzar y promover que los ayuntamientos pongan en práctica las posibilidades que ofrece la Ley de Haciendas Locales respecto a conceder mediante Ordenanzas fiscales, bonificaciones en el impuesto de construcciones, IBI e IAE. También es necesario completar la formación de técnicos municipales a la hora de analizar y verificar proyectos.

Necesidad de difusión y formación a quienes prescriben (arquitectos, promotores, etc.)

Estos colectivos, precisan de una difusión y formación específica ya que en muchos casos el plantear la energía fotovoltaica aparentemente supone introducir nuevas dificultades en los proyectos. El desconocimiento y la falta de herramientas para acometer las instalaciones puede ser el origen del rechazo.

Los diferentes agentes que intervienen en la financiación, diseño y construcción de un edificio no valoran adecuadamente los beneficios de la instalación de captadores solares, principalmente, por el desconocimiento de la tecnología y de las diferentes soluciones constructivas existentes. Para los arquitectos supone complicaciones y para el promotor supone un incremento de presupuesto y posible reducción de superficie edificable.

No se tiene en cuenta el ahorro energético para el usuario final y el impacto sociológico y educativo que conlleva la instalación de captadores fotovoltaicos en los edificios.

A continuación se relacionan brevemente las barreras detectadas en los distintos ámbitos de aplicación:

ÁMBITO DE APLICACIÓN	BARRERAS
Aspectos económicos	Rentabilidad insuficiente por lo que necesita una prima elevada.
	Inexistencia de reducciones fiscales para particulares que inviertan en instalaciones fotovoltaicas aisladas.
Aspectos tecnológicos	Falta de iniciativas y de incentivos para el desarrollo de instalaciones innovadoras.
	Transitoriamente, falta de materia prima en el mercado internacional.
	Limitación de las primas y tarifas actuales hasta que se alcancen 135 MW.
	Alejamiento de la energía solar fotovoltaica del sector de la edificación.
Aspectos normativos	Trámites administrativos desproporcionados.
	Falta de existencia de una normativa técnica completa sobre instalaciones.
	Dificultades de conexión para usuarios de alta tensión.
	Necesidad de aclaraciones del Real Decreto 1663/2000.
Aspectos sociales	Necesidad de difusión a usuarios potenciales.
	Necesidad de difusión y formación a ayuntamientos.
	Necesidad de difusión y formación a quienes prescriben.

FUENTE: Elaboración propia

Figura 15. Barreras detectadas en para el desarrollo del sector fotovoltaico

3.5.3. Medidas

Las medidas que se plantean están dirigidas a salvar las barreras de carácter económico, tecnológico, normativo y social antes indicadas. El éxito de los objetivos que más adelante se plantean se encuentra principalmente ligado a salvar dichas barreras por los procedimientos que a continuación se señalan:

- Mantenimiento de las condiciones económicas establecidas en el Real Decreto 436/2004.

Se estima que el apoyo público a la explotación debido la consecución de la potencia que contempla el Plan ascenderá a 499,4 millones de euros para el periodo 2005 - 2010.

- Modificación de los criterios de las ayudas. Con el nivel de retribución vía prima actual, se considera que, salvo en los casos de instalaciones aisladas de la red, no son necesarias ayudas..

TIPO DE INSTALACIÓN	AYUDA (% s/inversión)
Instalaciones aisladas	22
Instalaciones fijas, con P < 100 kWp	-
Instalaciones con seguimiento, con P < 100 kWp	-
<i>Instalaciones con P > 100 kWp</i>	-

Figura 16. Apoyo público a inversión para área fotovoltaica en 2005

En estas condiciones, la aplicación de apoyos público a la inversión prevé alcanzar un valor de 42,6 millones de euros en el periodo (IDAE + CCAA). Los fondos de gestión IDAE solo irían destinados aisladas.

- Introducción de una desgravación fiscal en el I.R.P.F. para particulares que realicen inversiones en instalaciones fotovoltaicas aisladas.
- Apoyo a la innovación mediante proyectos IDAE etc., dirigido a integración arquitectónica, concentración, nuevas tecnologías, nuevas fórmulas de ejecución de proyectos etc. Difusión de resultados.
- Apoyar iniciativas de la industria para completar procesos de producción.
- Incremento del límite retributivo hasta 400 MW.
- Para aquellos edificios que sean consumidores intensivos de energía eléctrica, (determinados usos y a partir de un determinado tamaño) obligar a incorporar una cierta potencia de generación fotovoltaica, a través del Código Técnico de la Edificación.
- Propiciar la coordinación entre las CCAA para establecer y homogeneizar los procedimientos. Difusión entre los interesados.
- Introducir las instalaciones fotovoltaicas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, completando la normativa sobre inversores. Subsanción del Real Decreto 1663/2000.

- Posibilitar mediante el reglamento correspondiente la conexión y acogida al Régimen Especial a los que no son abonados en baja tensión (previsto en el nuevo Real Decreto sobre Conexión de instalaciones en el Régimen Especial).
- Realización de campañas de difusión dirigidas al conjunto de los ciudadanos.
- Realización y difusión de documentos de información y formación dirigidos a ayuntamientos a nivel político y técnico.
- Realización y difusión de documentos de información y formación dirigidos a quienes prescriben (arquitectos, promotores, etc.).
- Transposición a la legislación nacional de la Directiva 2001/77/CE para la promoción de las Energías Renovables, relativa a la garantía de origen para la generación eléctrica con fuentes renovables.

El siguiente cuadro resume las medidas planteadas, asociándolas con las barreras sobre las que inciden mencionadas en el apartado anterior:

BARRERAS	MEDIDAS	RESPONSABLE	COSTE	CALENDARIO
Rentabilidad insuficiente.	Mantenimiento de primas, establecidas en el Real Decreto 436/2004. (*)	MITyC	499,4 M€ (*)	2005 - 2010
Limitación al desarrollo de proyectos, al depender de las líneas de ayuda.	Modificación de la línea de ayudas de IDAE.	IDAE	42,6 M€	2005 - 2010
Falta de iniciativas y de incentivos para instalaciones innovadoras.	Apoyo a la innovación.	IDAE, MITyC	Pendiente de Evaluación	2005 - 2010
Limitación de las primas y tarifas actuales hasta que se alcancen 135 MW.	Modificar el límite de las primas desde 135 MW a 400 MW. (*)	MITyC	(*)	2005 - 2010
Alejamiento de la energía solar fotovoltaica del sector de la edificación.	Aprobación del Código Técnico de la Edificación.	Ministerio de Vivienda	SIN COSTE	2005
Trámites administrativos no proporcionados y homogéneos	Coordinación entre las CC.AA.	IDAE y CC.AA.	SIN COSTE	2005 - 2010
Falta de existencia de una normativa técnica completa sobre instalaciones.	Incorporar instalaciones fotovoltaicas a R.E.B.T.	MITyC	SIN COSTE	2005
	Subsanación R. D. 1663/2000.	MITyC	SIN COSTE	2005
Dificultades de conexión para usuarios de alta tensión.	Posibilitar conexión a la red a usuarios de alta tensión.	MITyC	SIN COSTE	2005
Necesidad de difusión a usuarios, ayuntamientos, y quienes prescriben	Realización de campañas de difusión y formación.	IDAE	Pendiente de Evaluación	2005 - 2010
	Transponer Directiva 2001/77/CE	MITyC	SIN COSTE	2005

(*) Es la misma medida, por lo que tiene el mismo coste

Figura 17. Medidas correctoras para las barreras detectadas

3.5.4. Objetivos 2010

El desarrollo de la solar fotovoltaica encuentra como principales barreras las de carácter económico, las cuales limitan su desarrollo. Salvar estas barreras y propiciar su desarrollo se fundamenta, entre otras, en las siguientes razones:

- Existencia de recursos solares en España muy favorables para el desarrollo de esta tecnología.
- Interés de numerosos promotores.
- Existencia de tecnología y capacidad de fabricación a nivel nacional, estando la industria española al mejor nivel internacional.
- Aprovechamiento de la industria nacional de las muy favorables perspectivas de evolución tecnológica y económica, que permiten predecir mejoras muy relevantes a medio plazo

En este Plan se identifica un nuevo objetivo de incremento de potencia fotovoltaica de 363 MWp en el periodo 2005-2010, dentro de la planificación de las energías renovables en su conjunto, siempre partiendo de la puesta en marcha de las medidas propuestas en él.

3.5.4.1 Potencia y datos energéticos

Las Comunidades Autónomas, en virtud de sus competencias, han elaborado planes energéticos que en unas ocasiones son de carácter general y en otras específicos para las energías renovables. Estos planes, para la energía solar fotovoltaica, tienen distintos horizontes temporales, aunque la mayoría se refieren al año 2010, planificando en líneas generales, con objetivos energéticos inferiores a los indicados en este documento.

Sin embargo, la energía solar fotovoltaica está experimentando fuertes crecimientos tanto a nivel mundial como de la Unión Europea, en los países en los que se definen marcos adecuados para su desarrollo, como es el caso de Alemania y España.

Adicionalmente, exceptuando proyectos de gran complejidad como puedan ser grandes plantas innovadoras que necesitan una financiación y unos procesos de maduración que requieren largos meses, los proyectos convencionales se pueden ejecutar en periodos relativamente cortos, lo que permite aumentar la potencia instalada en cortos periodos de tiempo.

En la figura 18 se muestra el alcance de los diferentes planes de las CC.AA., habiéndose mantenido los valores previstos en el Plan de Fomento en aquellas comunidades autónomas en las que no se tiene constancia de que exista un plan oficialmente aprobado que incluya la energía solar fotovoltaica.

COMUNIDAD AUTÓNOMA	POTENCIA (MWp)	AÑO	DOCUMENTO SOPORTE
ANDALUCÍA	23,8	2010	Plan Energético de Andalucía
ARAGÓN	6,95	2010	PLAFER
ASTURIAS	3,85	2010	PLAFER
BALEARES	7,30	2015	Plan Director Sectorial Energético
CANARIAS	7,10	2011	PECAN 2002 (PEFOCAN)
CANTABRIA	3,85	2010	PLAFER
CASTILLA Y LEÓN	11,60	2010	PLAFER
CASTILLA - LA MANCHA	5,45	2010	PLAFER
CATALUÑA	23,30	2010	Plan de la Energía en Cataluña
EXTREMADURA	6,20	2010	PLAFER
GALICIA	10,00	2010	Previsiones Xunta de Galicia
MADRID	13,05	2010	PLAFER
MURCIA	8,30	2012	PLAFER
NAVARRA	7,70	2010	PLAFER
LA RIOJA	3,85	2010	PLAFER
COMUNIDAD VALENCIANA	14,00	2010	Plan EE.RR. de Com. Valenciana
PAÍS VASCO	10,7	2010	Estrategia Energética de Euskadi
TOTAL	167		

FUENTE: IDAE y CC.AA.

Figura 18. Objetivos fotovoltaicos de las Comunidades Autónomas

Tomando también en consideración todo lo analizado en apartados anteriores, entre lo que destacan los aspectos económicos y normativos, y atendiendo al grado de desarrollo de esta fuente –relacionado con la insolación– durante el periodo 1999-2004 en cada Comunidad, se presentan en la figura 19 los objetivos fotovoltaicos para el año 2010, distribuidos de manera indicativa por Comunidades Autónomas, y que globalmente suponen alcanzar los 400 MWp de potencia instalada acumulada, con una incorporación ampliamente mayoritaria en estos seis años (incremento de 363 MW).

De esta forma, cumpliendo el objetivo único y global de instalar 363 MWp en los próximos 6 años, se podrían alcanzar los 400 MWp de potencia instalada acumulada en el año 2010.

COMUNIDAD AUTÓNOMA	SITUACIÓN ACTUAL	INCREMENTO	POTENCIA EN
	2004 (MWp)	2005 - 2010 (MWp)	2010 (MWp)
ANDALUCÍA	7,86	43,38	51,24
ARAGÓN	0,67	16,08	16,75
ASTURIAS	0,34	8,93	9,27
BALEARES	1,33	16,41	17,74
CANARIAS	1,20	16,04	17,24
CANTABRIA	0,07	9,14	9,21
CASTILLA Y LEÓN	2,73	25,60	28,33
CASTILLA - LA MANCHA	1,78	11,64	13,42
CATALUÑA	4,11	52,48	56,59
EXTREMADURA	0,54	12,85	13,39
GALICIA	0,51	23,49	24,00
MADRID	2,38	29,33	31,71
MURCIA	1,03	19,03	20,06
NAVARRA	5,44	14,20	19,64
LA RIOJA	0,15	9,08	9,23
COMUNIDAD VALENCIANA	2,83	31,25	34,08
PAÍS VASCO	2,40	23,70	26,10
NO REGIONALIZABLE	0,77	-	0,77
TOTAL (MW)	37	363	400

FUENTE: IDAE. No regionalizados: 0,869 MW

Figura 19. Objetivos fotovoltaicos para el año 2010. Datos propios

La evolución anual prevista de la nueva potencia a instalar, dentro del periodo 2005 - 2010 y según tipo de instalación, es la siguiente:

	2005 (MW)	2006 (MW)	2007 (MW)	2008 (MW)	2009 (MW)	2010 (MW)	TOTAL 2005 - 2010 (MW)
Aislada	1,0	1,5	2,0	2,5	3,5	4,5	15,0
P < 100 kW, fija	13,0	19,0	32,0	47,0	47,0	47,0	205,0
P < 100 kW, con seguimiento	5,0	6,0	11,0	17,0	28,0	45,0	112,0
P > 100 kW	-	-	1,0	5,0	10,0	15,0	31,0
TOTAL	19,0	26,5	46,0	71,5	88,5	111,5	363,0

FUENTE: Elaboración propia

Figura 20. Evolución anual de la potencia fotovoltaica instalada prevista (MW)

Este crecimiento en la potencia instalada se fundamenta en las medidas expuestas en el Plan para eliminar las barreras existentes en el sector fotovoltaico.

Para esta potencia, la previsión de energía producida cada año por las instalaciones puestas en marcha durante la vigencia de este Plan se muestra en la tabla de la figura 21, según tipo de instalación.

	RATIO ANUAL (kWh/kW)	2005 (MWh)	2006 (MWh)	2007 (MWh)	2008 (MWh)	2009 (MWh)	2010 (MWh)	TOTAL 2005 - 2010 (MWh)
Aislada	1.000	1.000	2.500	4.500	7.000	10.500	15.000	40.500
P < 100 kW, fija	1.250	16.250	40.000	80.000	138.750	197.500	256.250	728.750
P < 100 kW, con seguimiento	1.644	8.222	18.089	36.179	64.135	110.180	184.182	420.987
P > 100 kW	3.142	0	0	3.142	18.852	50.272	97.402	169.668
TOTAL		25.472	60.589	123.821	228.737	368.452	552.834	1.359.905

FUENTE: Elaboración propia

Figura 21. Evolución anual de la energía generada prevista (MW)

3.5.4.2 Emisiones evitadas y generación de empleo

En cuanto a las emisiones evitadas de CO₂, se muestra en la tabla de la figura 22 las toneladas de CO₂ que se dejan de producir en el año 2010, debido a la producción de energía eléctrica por el incremento de potencia fotovoltaica en el periodo 2005 - 2010.

Se toma como referencia una central de Ciclo Combinado de gas para generación eléctrica, con un rendimiento del 54%, que emitiría 372 tCO₂ por cada GWh producido.

	AREA SOLAR FOTOVOLTAICA (tCO ₂)
EMISIONES CO₂ EVITADAS INSTALACIONES AISLADAS	5.580
EMISIONES CO₂ EVITADAS INSTALACIONES FIJAS Y P < 100 kWp	95.325
EMISIONES CO₂ EVITADAS INSTALACIONES CON SEGUIMIENTO Y P < 100 kW	68.515
EMISIONES CO₂ EVITADAS INSTALACIONES CON P > 100 kW	36.234
TOTAL EN ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	205.654

Figura 22. Emisiones evitadas en 2010 por la generación fotovoltaica (tCO₂)

Para el cálculo del empleo generado se toman los ratios de empleos creados por cada MW instalado que se incluían en el Plan de Fomento de las Energías Renovables 1999-2010, en el capítulo 1, página 22. Estos valores son 82,8 empleos equivalentes (1.800 horas de trabajo anuales, 35 h semanales) por cada MWp, para construcción e instalación y 0,4 empleos equivalentes por cada MWp en las fases de operación y mantenimiento.

Estos datos de empleo se refieren a la generación de empleo para el incremento de potencia en energía solar fotovoltaica durante el periodo 2005-2010.

	AREA SOLAR FOTOVOLTAICA (Hombres - año)
GENERACIÓN DE EMPLEO INSTALACIONES AISLADAS	1.248
GENERACIÓN DE EMPLEO INSTALACIONES FIJAS Y P < 100 kWp	17.056
GENERACIÓN DE EMPLEO INSTALACIONES CON SEGUIMIENTO Y P < 100 kW	9.318
GENERACIÓN DE EMPLEO EN INSTALACIONES CON P > 100 kW	2.579
TOTAL EN ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	30.202

Figura 23. Empleos generados en 2005-2010

Es destacable que en el periodo 2005-2010 se prevé la creación de más de 30.000 hombres-año (empleos directos generados a tiempo completo, 1800 h anuales y 35 h semanales). Todo esto supone un gran impacto social, teniendo en cuenta además que el sector fotovoltaico está constituido mayoritariamente por PYMES.

3.5.4.3 Inversiones asociadas

Para cada tipo de instalación se considera un ratio de inversión diferente, que tiene en cuenta las especiales características de distribución de costes de las diferentes tipologías.

Se muestra en la figura 24 la evolución de los ratios de inversión, en euros por cada kW instalado de potencia fotovoltaica. Se considera que los ratios disminuirán un 5% anual desde 2004 hasta 2010, salvo para la tipología de instalaciones aisladas, donde la reducción del ratio se considera de un 2%. Se parte de los ratios de 2004.

	2004 (€/kW)	2005 (€/kW)	2006 (€/kW)	2007 (€/kW)	2008 (€/kW)	2009 (€/kW)	2010 (€/kW)
Aislada	12.000	11.760	11.525	11.294	11.068	10.847	10.630
P < 100 kW, fija	5.700	5.700	5.415	5.144	4.887	4.643	4.411
P < 100 kW, con seguimiento	7.410	7.410	7.040	6.688	6.353	6.035	5.734
P > 100 kW	7.600	7.600	7.220	6.859	6.516	6.190	5.881

Figura 24. Evolución de los ratios de inversión en 2005 - 2010 (€/kW)

Partiendo de estos ratios y de la potencia instalada en el periodo 2005-2010, se obtienen las inversiones asociadas al sector de la industria fotovoltaica. Se muestra en la figura 25.

	2005 (k€)	2006 (k€)	2007 (k€)	2008 (k€)	2009 (k€)	2010 (k€)	TOTAL 2005 - 2010 (k€)
Aislada	11.760	17.287	22.589	27.671	37.965	47.835	165.107
P < 100 kW, fija	74.100	102.885	164.616	229.691	218.206	207.296	996.794
P < 100 kW, con seguimiento	37.050	42.237	73.563	108.003	168.994	258.017	687.864
P > 100 kW	0	0	6.859	32.580	61.902	88.211	189.552
TOTAL	122.910	162.409	267.627	397.945	487.067	601.359	2.039.317

Figura 25. Inversiones asociadas al sector fotovoltaico en 2005-2010 (miles de €)

3.5.4.4 Ayudas públicas

La todavía escasa rentabilidad de las instalaciones fotovoltaicas hace necesario el apoyo público a la explotación, y solo en el caso de instalaciones aisladas a la inversión, según se detalla en el apartado 3.5.3 de medidas.

El apoyo público que se considera para la explotación son las primas definidas en el Real Decreto 436/2004, y que se propone mantener para conseguir las rentabilidades mínimas necesarias. Se considera un incremento de la tarifa media de referencia del 1,4%.

En la figura 26 se muestran las primas propuestas y su repercusión sobre las instalaciones que se prevé se instalen en el periodo 2005-2010. Difieren en un 50% de las propuestas en el apartado 3.5.3 de medidas, ya que aquí solo se considera el apoyo público. Ese 50% corresponde al valor de la energía en el mercado.

	PRIMA (% de tmr)	2005 (k€)	2006 (k€)	2007 (k€)	2008 (k€)	2009 (k€)	2010 (k€)	TOTAL 2005-2010 (k€)
TMR (c€/kWh)	-	7,3304	7,4330	7,5371	7,6426	7,7496	7,8581	-
Aislada	-	0	0	0	0	0	0	0
P < 100 kW, fija	525	6.254	15.609	31.656	55.672	80.354	105.717	295.262
P < 100 kW, con seguimiento	525	3.164	7.059	14.316	25.733	44.828	75.985	171.085
P > 100 kW	250	0	0	592	3.602	9.740	19.135	33.069
TOTAL	-	9.418	22.668	46.564	85.007	134.922	200.837	499.416

Figura 26. Apoyo público a la explotación en el periodo 2005-2010 (miles de euros)

Para la inversión solo en instalaciones aisladas. A continuación se muestran los apoyos a la inversión por tipologías de instalaciones en el periodo 2005-2010.

	APOYO (% de inv.)	2005 (k€)	2006 (k€)	2007 (k€)	2008 (k€)	2009 (k€)	2010 (k€)	TOTAL 2005-2010 (k€)
Aislada	22	2.587	3.803	4.969	6.088	8.352	10.523	36.324
P < 100 kW, fija	-	4.446						4.446
P < 100 kW, con seguimiento	-	1.853						1.853
P > 100 kW	-	0						0
TOTAL	-	8.886	3.803	4.969	6.088	8.352	10.523	42.623

Figura 27. Apoyo público a la inversión en el periodo 2005-2010 (miles de euros)

3.5.5. Sector Industrial

El sector industrial fotovoltaico español esta presente en el mercado internacional desde los inicios de la industria fotovoltaica en el mundo. Ha contado siempre con una gran proyección internacional con presencia en todos los continentes, encontrándose entre los primeros fabricantes en el ranking mundial.

Es una industria en pleno proceso de expansión, como demuestra la continua ampliación de la capacidad productiva de los fabricantes de módulos fotovoltaicos en nuevas instalaciones, y la incorporación al mercado español de nuevos fabricantes de módulos que vienen a reforzar el sector con nuevos productos.

La industria fotovoltaica española es la 2ª a nivel europeo, y la 4ª a nivel mundial, cubre el 30% de la producción europea y el 8% de la producción mundial, aunque por capacidad productiva podría cubrir el 13% de la producción mundial.

Es una industria en pleno proceso de expansión, como demuestra la continua ampliación de la capacidad productiva de los fabricantes de módulos fotovoltaicos en nuevas instalaciones, y la incorporación al mercado español de nuevos fabricantes de módulos que vienen a reforzar el sector con nuevos productos. Actualmente la capacidad de producción de módulos fotovoltaicos se sitúa en 92,0 MWp, y la capacidad de producción de células en 97,5 MWp.

No obstante, la gran mayoría de empresas del sector son PYMES, que suponen un total de 386, según los datos en poder de IDAE. Destacan por número las dedicadas a desarrollo de proyectos, que suman 345.

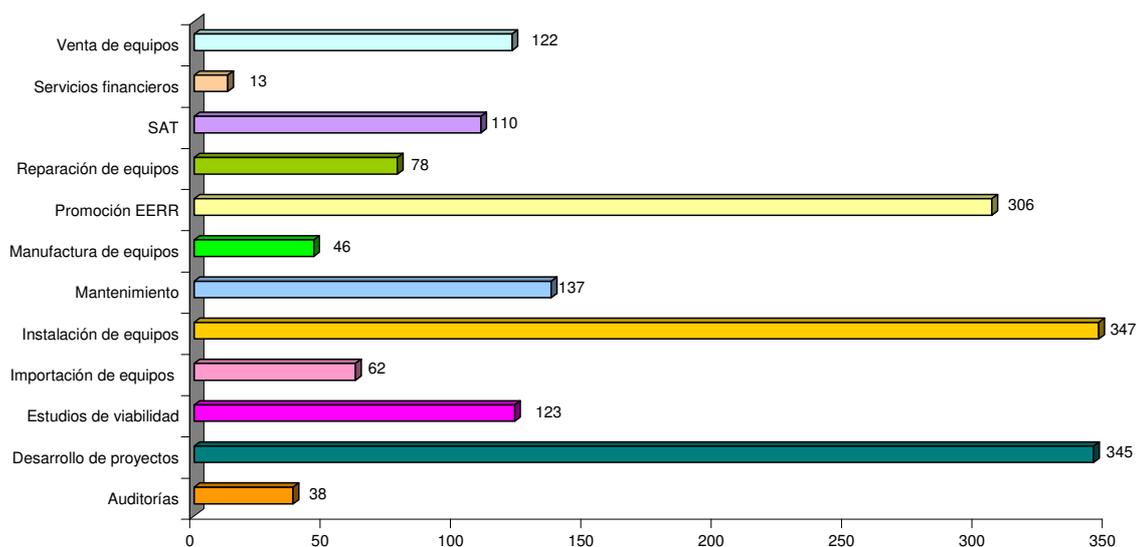
Entre las grandes empresas se encuentra Isofotón, séptima potencia mundial en fabricación de células fotovoltaicas en 2003 con 35,2 MWp, lo que supone un incremento en su producción del 28,7% respecto a 2002.

También destacan las fábricas de BP Solar en Madrid y Atersa en Valencia. BP Solar es a nivel mundial el tercer fabricante de células fotovoltaicas con 69,3 MWp, buena parte de las cuales se producen en su delegación madrileña. Atersa es el tercer productor nacional, produciendo además otros equipos como inversores, baterías y todo tipo de accesorios.

A modo representativo, en la figura 29 se ha incluido un desglose cuantitativo de las empresas implicadas en el sector, en función de las actividades que desarrollan, tales como la

promoción de la energía solar fotovoltaica, la manufactura de equipos, la instalación de equipos, el mantenimiento, etc.

Es frecuente que una empresa que manufacture equipos también se dedique a la venta, e incluso a la instalación y mantenimiento de equipos fotovoltaicos. Igualmente, aquella empresa que realiza estudios de viabilidad suele ofrecer servicios de desarrollo de proyectos y de asistencia técnica. Por esto la suma de todas las empresas por tipos de actividad es muy superior a las 386 de empresas que se estima se dedican al sector fotovoltaico.



NOTA: Una misma empresa puede desarrollar distintos tipos de actividad al mismo tiempo. FUENTE: IDAE

Figura 29. Número de empresas por tipo de actividad en el sector solar fotovoltaico (2004: 386 empresas en total)

Por otro lado según datos de la Asociación de la Industria Fotovoltaica (ASIF) en su informe de octubre de 2004, las cifras de empleos del sector son las que aparecen en la siguiente figura:

EMPLEOS EN 2004			
	DIRECTOS	INDIRECTOS	TOTAL
Fabricantes: células, módulos	1.485	743	2.228
Fabricantes: electrónica, baterías	198	99	297
Instaladores	1.000	500	1.500
Otros	1.000	500	1.500
TOTAL	3.683	1.842	5.525

FUENTE: Informe ASIF 2004

Figura 30. Número de empleos por tipo de actividad en el sector solar fotovoltaico en 2004

3.5.6. Líneas de innovación tecnológica

Durante los últimos años, la industria fotovoltaica española, acompañada por centros de investigación y de apoyo, ha realizado un notable esfuerzo de desarrollo tecnológico, empresarial e industrial.

Su capacidad de adaptación, demostrada ante las oportunidades que primero han surgido en aplicaciones aisladas de la red, y más recientemente en aplicaciones conectadas a red, así como su dinamismo comercial e inversor, han dado lugar a que el sector fotovoltaico español sea altamente competitivo y en una posición de liderazgo a nivel mundial.

Para mantener esta favorable posición y posibilitar la bajada de precios de la energía producida con sistemas fotovoltaicos es necesario avanzar, desde la perspectiva de la innovación, en los siguientes aspectos:

1.- Desarrollo de materia prima

Uno de los obstáculos al que se enfrenta el sector es la falta de materia prima (silicio de grado solar), y la dependencia de agentes externos para su suministro.

Existen diferentes iniciativas en este campo, que buscan por un lado conseguir una mayor independencia del sector nacional, y por otro situarlo en primera línea de la tecnología mundial.

Conseguir el crecimiento de silicio o la fabricación de silicio de grado solar, son dos líneas de investigación y desarrollo que actualmente se están llevando a cabo.

2.- Desarrollo de módulos

En un mercado como es el fotovoltaico, sujeto a posibles evoluciones tecnológicas asociadas a alteraciones sustanciales en el aspecto económico, es necesario mantener el esfuerzo en lo que se refiere a tecnologías de largo y medio plazo, como pueden ser células basadas en nuevos materiales y lámina delgada.

Adicionalmente, y en plazo más corto, la disminución en la aplicación de materias primas y energía, la mejora en la eficiencia de las células y a la optimización de los procesos de producción, en un futuro inmediato tenderá a mantener la reducción de costes que se viene produciendo desde hace unos años. Además, la creciente demanda de estas tecnologías, que lleva a la fabricación a gran escala y al aumento de la competencia, favorecerá esta disminución en los precios.

Igualmente se prevé a corto plazo un elevado desarrollo en los sistemas de concentración, que permitan conseguir niveles de eficiencia sensiblemente más altos, tanto en sistemas estáticos sin seguimiento solar, como en sistemas dinámicos con seguimiento solar en uno o dos ejes y concentración.

En los sistemas por concentración se prevé un fuerte avance en los sistemas de alta concentración mediante lentes de fresnel, que podrían utilizar entre 250 y 1.000 veces menos material. La tecnología de alta concentración adicionalmente presenta como ventajas su potencial de reducción de precios y su independencia en cuanto a materia prima de las tecnologías de silicio.

3.- Desarrollo de componentes y sistemas

Es necesaria la mejora y evolución de los componentes tanto para instalaciones conectadas a red (inversores principalmente) como para instalaciones aisladas de la red.

En los últimos años se viene observando la creciente introducción en el mercado de sistemas de seguimiento solar que favorecen sensiblemente la producción de los equipos y los resultados económicos de los proyectos. Este procedimiento es previsible que se generalice en los próximos años.

4.- Integración

Una mayor presencia de la energía solar fotovoltaica en el entorno urbano y de servicios pasa por conseguir superar la barrera de la integración arquitectónica. El diseño de nuevos productos, las acciones de difusión de la energía solar entre los arquitectos y profesionales de la construcción, y proyectos demostrativos en sector y aplicaciones relevantes son un requerimiento en la situación actual. La integración arquitectónica supone uno de los mayores retos de la energía solar fotovoltaica para los próximos años.