

La energía solar termoeléctrica en España

ata, citation and similar papers at core.ac.uk

brought to you

provided by Portal de Revistas Científicas

Cayetano ESPEJO MARÍN

Departamento de Geografía. Universidad de Murcia
cespejo@um.es

Ramón GARCÍA MARÍN

Departamento de Arte y Ciencias del Territorio. Universidad de Extremadura
rgarciama@unex.es

Recibido: 23 de Febrero de 2010

Aceptado: 6 de Octubre de 2010

RESUMEN

La Política de Fomento de las Energías Renovables desarrollada en España durante la primera década del siglo XXI ha establecido un marco legislativo favorable que permite la viabilidad económica de las centrales solares termoeléctricas. Las grandes empresas eléctricas y constructoras realizan cuantiosas inversiones en instalaciones con gran potencia instalada, localizadas en la España meridional. Este artículo analiza cuatro aspectos básicos de este sistema de producción de electricidad: las tecnologías, la política que ha permitido su implantación y desarrollo, la localización de las centrales, y su impacto sobre el medio ambiente.

Palabras clave: electricidad, sistema solar termoeléctrico, energía renovable, España, política energética.

Thermoelectric solar energy in Spain

ABSTRACT

Over the first decade of the 21st century, the Spanish Government has developed a policy to encourage the production and use of renewable forms of energy. One consequence has been the establishment of the legal framework that grants economic feasibility to the installation of thermoelectric solar plants. The big companies already involved in the production of renewable energies have increased their investment in new plants with greater installed power; these are mainly located in southern Spain. In this paper we address four basic aspects touching on this system of electric energy generation: (i) the technological one, (ii) the policies which have favoured its development, (iii) the geographical situation of the most important plants and (iv) its environmental effects.

Key words: electricity, solar system for electric generation, renewable energy, Spain, energy policy.

L'energie solaire thermoélectrique en Espagne

RESUMÉ

La politique d'encouragement aux énergies renouvelables mise en œuvre en Espagne dans les dix premières années du XXIème siècle a établi un cadre législatif qui a permis la viabilité économique des centrales solaires thermoélectriques. Les grandes entreprises d'électricité et de construction ont effectué de nombreux investissements en installations de grande puissance, situées au sud du pays. Cet article analyse quatre aspects fondamentaux du système de production d'électricité : les technologies, la politique qui a permis son développement, la localisation des centrales et l'impact sur l'environnement.

Mots clef : électricité, système solaire thermoélectrique, énergie renouvelable, Espagne, politique énergétique.

1. INTRODUCCIÓN

La energía termosolar comienza a despegar con fuerza en España. Las características tecnológicas de esta energía, unidas al importante esfuerzo inversor de los últimos años, sitúan a la termosolar como pieza clave en la reducción de la dependencia energética que padece España, posicionándola como una tecnología energética muy relevante en el mix energético de los próximos años. La termosolar es la única tecnología, junto con la biomasa, que puede contribuir a la estabilidad de la red eléctrica gracias al aporte inercial que proporciona y tiene una capacidad de almacenamiento modulable en función de las necesidades de la demanda. La ventaja competitiva de su gestionabilidad, en el país de mayor radiación solar de Europa, hace de la termosolar la tecnología renovable con mayor potencial de crecimiento.

A comienzos de octubre de 2010, en España ya existen 12 centrales en funcionamiento con una potencia instalada de 482,4 megavatios (MW); Otras 15 están en fase de construcción avanzada, suman una potencia de 668 MW, y podrán operar en breve. Asimismo, 33 nuevas centrales, que totalizan 1.342 MW, han sido inscritas en el Registro de Preasignación previsto para el año 2013, publicado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, por lo que iniciarán de inmediato las obras de construcción.

La inversión realizada por las empresas para la puesta en funcionamiento de centrales termosolares asciende ya a cerca de 3.000 millones de euros y rondará los 15.000 millones de euros acumulados en 2013, cuando se hayan conectado a la red los 2.500 MW a los que se aplicará el sistema retributivo actual. Para esa fecha operarán en España un total de 60 plantas termosolares de diferentes tecnologías.

Tres factores han contribuido a la implantación y desarrollo de la energía solar termoeléctrica en España: a) la disponibilidad de abundante radiación solar, b) la existencia de la Plataforma Solar de Almería, centro de investigación de referencia internacional con tres décadas de experiencia, c) la Política de Fomento de las Energías renovables desarrollada a lo largo de la primera década del siglo XXI. Esta situación ha provocado el interés de las grandes empresas eléctricas por invertir en un sector viable económicamente. En apenas unos años España se ha convertido en un referente en tecnología solar termoeléctrica en Europa y en el mundo.

Con este artículo se pretende una aproximación a cuatro de los aspectos de caracterizan este sector: las tecnologías utilizadas, la política que ha permitido su implantación, la localización de las centrales, y su impacto sobre el medio ambiente.

J.J. Capel Molina (2000) en su libro *El Clima de la Península Ibérica* señala que la insolación se incrementa de norte a sur, en dirección hacia el Trópico de Cáncer, mostrando una notable disminución estacional en las épocas equinocciales y en invierno, períodos de máxima actividad de las perturbaciones atlánticas y de los sistemas nubosos asociados a ellas, a su paso por el solar ibérico o en sus proximidades.

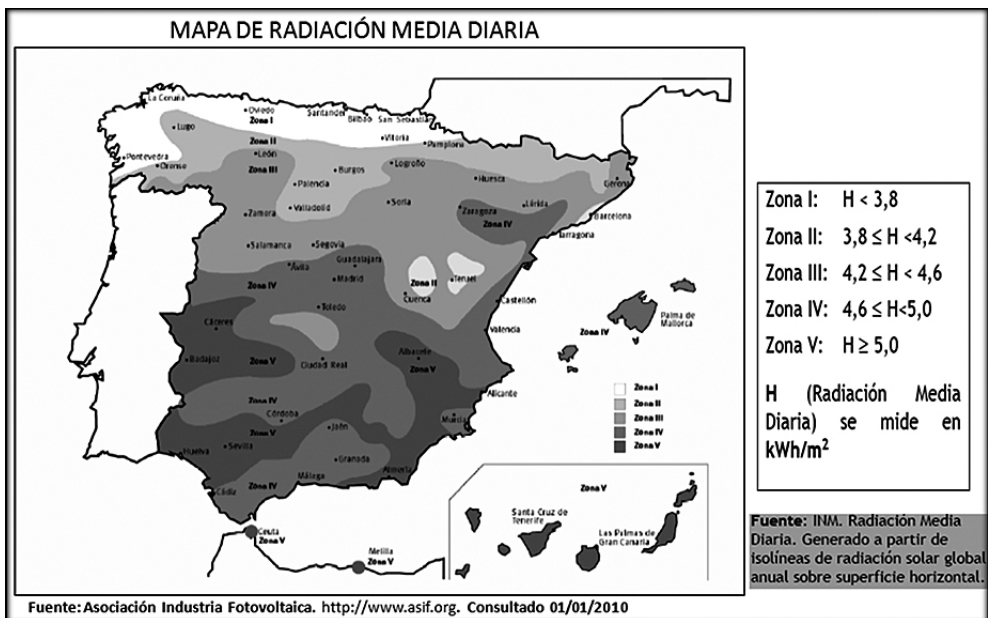
I. Font Tullot (1983) en su obra *Climatología de España y Portugal*, considera que dentro de las unidades de cantidad empleadas en la medida de la insolación, la caloría gramo por centímetro cuadrado es la más clásica, y el kilovatio hora por metro cuadrado (kWh/m^2) la más práctica. Tras cartografiar el mapa de media anual de insolación total diaria, expresada en kWh/m^2 , llega a las siguientes conclusiones de carácter general:

- En la mayor parte de la zona de clima mediterráneo la energía recibida por el suelo en un día supera, por término medio, los $4,25 \text{ kWh/m}^2$.

- La mayor insolación, por encima de los 5 kWh/m^2 , se registra en el sur de Portugal y en el extremo sudeste de la Península.

- Promediando en el tiempo y en el espacio la insolación total diaria, obtenemos aproximadamente, $4,28 \text{ kWh/m}^2$, lo que significa que la cantidad media de energía solar que recibe la superficie total de la Península es del orden de 2,5 billones de kWh , lo que da una idea de su gran magnitud (figura 1).

Figura 1. Mapa de radiación media diaria en España



2. TECNOLOGÍAS DE TRANSFORMACIÓN SOLAR TERMOELÉCTRIAS

Se denominan “sistemas termosolares de concentración” al conjunto de elementos que utilizan la tecnología basada en la transformación de la componente directa de la radiación solar en energía térmica a alta temperatura, y esta energía térmica en electricidad y/o calor, bien para su utilización inmediata, o bien como energía almacenable en forma de calor o en forma química. En todos los casos se emplean concentradores basados en espejos o en lentes (Ruiz, 2009).

Cuatro son las principales tecnologías que se utilizan en plantas solares termoelectricas: centrales de torre, captadores cilindro parabólicos, concentradores lineales Fresnel y disco parabólico Stirling.

2.1. CENTRALES DE TORRE

En los sistemas de torre, un campo de helióstatos o espejos móviles, que se orientan según la posición del sol, reflejan la radiación para concentrarla hasta 600 veces sobre un receptor que se sitúa en la parte superior de la torre. Este calor se transmite a un fluido con el objetivo de generar vapor que se expande en una turbina acoplada a un generador para la producción de electricidad (figura 2). El funcionamiento de la tecnología de torre se basa en tres elementos característicos:

- Los helióstatos tienen la función de captar la radiación solar y dirigirla hacia el receptor. Están compuestos por una superficie reflectante, una estructura que les sirve de soporte, y mecanismos que permiten orientarlo para ir siguiendo el movimiento del sol.

- El receptor transfiere el calor recibido a un flujo de trabajo, que puede ser agua, sales fundidas, etc. Este fluido es el encargado de transmitir el calor a la otra parte de la central termosolar, generalmente a un depósito de agua, obteniéndose vapor a alta temperatura para producción de electricidad mediante el movimiento de una turbina.

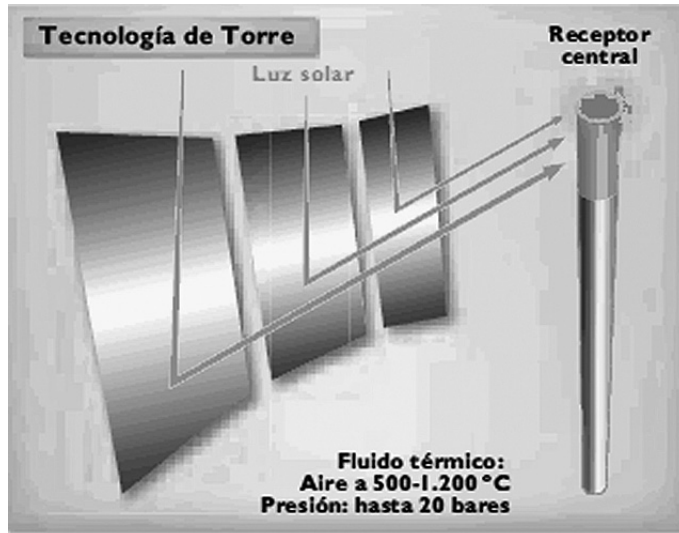
- La torre sirve de soporte al receptor, que se sitúa a cierta altura sobre el nivel de los helióstatos con el fin de evitar, o al menos reducir, las sombras y los bloqueos.

Las altas temperaturas (superiores a 1.000°C) que se pueden alcanzar con esta tecnología permiten aspirar a elevados rendimientos en la generación de electricidad, incluso por encima del 25% en la transformación de radiación solar a electricidad.

La tecnología de torre puede incorporar el almacenamiento de energía de hasta 15 horas, a partir del cual el sistema puede proporcionar energía aun en condiciones de nubosidad o de noche. En la actualidad la solución más utilizada es el uso de un tanque de almacenamiento de agua/vapor o sales fundidas que acumula la energía para ser distribuida en otro momento. De esta manera puede conseguirse un funcionamiento continuo de la planta a lo largo de las 24 horas del día.

La tecnología de receptor de torre con agua ha sido probada con éxito durante varios años en la Plataforma Solar de Almería (centrales Solar-One y Solar-Two). Las expectativas de las centrales de torre son altamente prometedoras con los nuevos receptores volumétricos de aire que permitirán trabajar con temperaturas de 1.000-1.200° C en el receptor (Caño, 2009).

Figura 2. Tecnología de Torre



Fuente: Alfonso Caño (2009): "Tecnologías de transformación solar-eléctrica"

2.2. TECNOLOGÍA CILINDRO PARABÓLICA

En esta tecnología los espejos captadores tienen forma de un cilindro parabólico. Basa su funcionamiento en el seguimiento solar y en la concentración de los rayos solares en unos tubos receptores de alta eficiencia térmica localizados en la línea focal de los cilindros. El tubo receptor absorbe la radiación, y el fluido transmisor del calor, que es aceite sintético, se calienta hasta alcanzar una temperatura de unos 400°C. Este aceite es bombeado a través de una serie de intercambiadores de calor para producir vapor sobrecalentado. El calor presente en este vapor se convierte en energía eléctrica en una turbina de vapor convencional (figura 3).

En tecnología de cilindro parabólica se puede incorporar el almacenamiento de energía. A partir de este almacenamiento el sistema puede proporcionar energía también en condiciones de nubosidad o de noche. Actualmente la opción más utilizada es el uso de un tanque de sales fundidas que acumula la energía para ser distribuida en otro momento. Los componentes principales del campo solar de esta tecnología son:

- El reflector cilindro parabólico, que tiene como misión reflejar y concentrar sobre el tubo absorbente la radiación solar directa que incide sobre la superficie. La superficie especular se consigue a través de películas de plata o aluminio depositadas sobre un soporte que le da la suficiente rigidez. En la actualidad los medios soportes más utilizados son la chapa metálica, el vidrio y el plástico.

- El tubo absorbedor consta de dos tubos concéntricos separados por una capa de vacío. El interior por el que circula el fluido que se calienta es metálico y el exterior de cristal. El fluido de trabajo que circula por el tubo interior es diferen-

te según la tecnología. Para bajas temperaturas (<200°C) se suele utilizar agua desmineralizada con etileno-glicol, mientras que para mayores temperaturas (200°C-450°C) se utiliza aceite sintético. Las últimas tecnologías permiten la generación directa de vapor sometiendo a alta presión a los tubos y la utilización de sales como fluido calotransportante.

- El sistema de seguimiento del sol consiste en un dispositivo que gira los reflectores cilindro parabólicos alrededor de un eje.

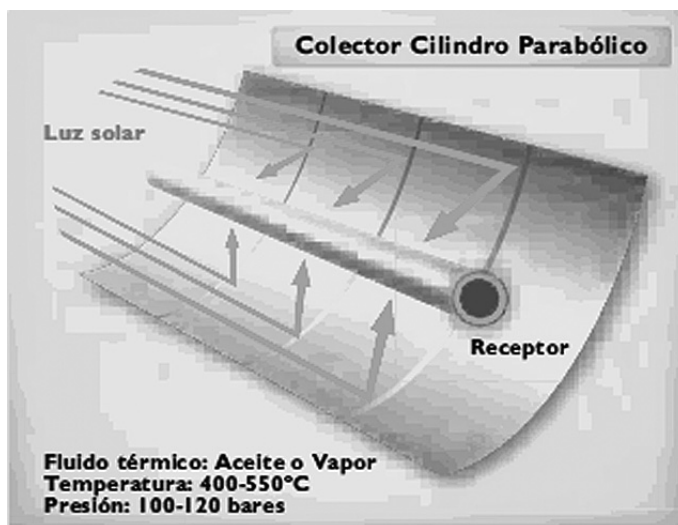
- La estructura metálica del colector tiene como misión dar rigidez al conjunto de elementos que lo componen.

La superficie total de espejos para una planta tipo de 50 MW el campo solar está formado por módulos de 200 metros (m), agrupados a su vez en filas de 1 kilómetro (Km). La superficie total de espejos para una planta de esa potencia es, aproximadamente, de 300.000 m² y la superficie total de la planta será de 2 Km².

Las horas anuales equivalentes (horas de máxima producción de 50 MW) alcanzan las 2.000-2.200 horas. Esta cifra se puede aumentar instalando un almacenamiento térmico por medio de tanques de 30 m de diámetro por 12 m de altura, llenos de un fluido de sales fundidas que permiten que la planta continúe su producción entre 7 y 15 horas tras haberse puesto el sol. El problema de las sales fundidas es que solidifican a 220°C por lo que debe instalarse un sistema de calefacción que mantenga la temperatura de las sales por encima de dicha temperatura, tanto en los tanques como en las conducciones hasta el bloque de potencia.

El rendimiento radiación solar directa/producción electricidad de las plantas de concentradores parabólicos se encuentra en la actualidad en el rango 12-14% y su factor de capacidad está en el 25% (Caño, 2009).

Figura 3. Colector cilindro parabólico



Fuente: Alfonso Caño (2009): "Tecnologías de transformación solar-eléctrica"

2.3. CONCENTRADOR LINEAL FRESNEL

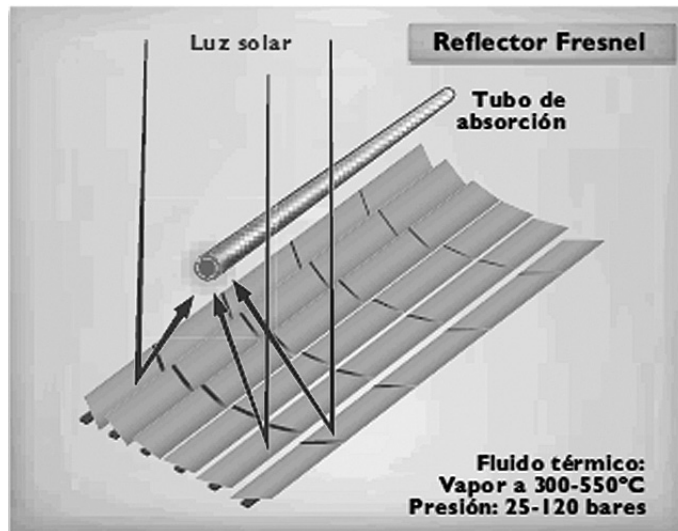
La planta está formada por espejos planos largos (100 m) y estrechos (0,4 m) situados en un plano horizontal que giran alrededor de su eje mayor, siguiendo al sol y focalizando su radiación en un receptor fijo situado a 9 m sobre las lamas (figura 4).

El concentrador lineal es similar a un concentrador cilíndrico parabólico desarrollado a lo largo de un plano. Las lamas están formadas por espejos planos (de hecho con una pequeña curvatura) colocados sobre una estructura soporte que gira, movida cada una por un pequeño motor paso a paso. Las ventajas respecto a los cilíndrico-parabólicos son: una menor superficie al viento, con el receptor fijo se eliminan las juntas rotativas de los colectores cilindros parabólicos, la ocupación del terreno es aproximadamente la mitad de los colectores cilindro parabólicos, se elimina el generador de vapor al utilizarse agua como fluido calo-portante y produciéndose directamente vapor en el tubo, las estructuras portátiles son sencillas y de fácil instalación, las cimentaciones son más pequeñas.

Por el contrario, se producen sombras entre las lamas, sobre todo con el sol bajo al amanecer y al atardecer, que reducen su rendimiento entre el 25 y 30%.

La sencillez y ligereza del sistema concentrador lineal Fresnel lleva consigo una reducción de los costes que compensan el menor rendimiento.

Figura 4. Colector lineal Fresnel



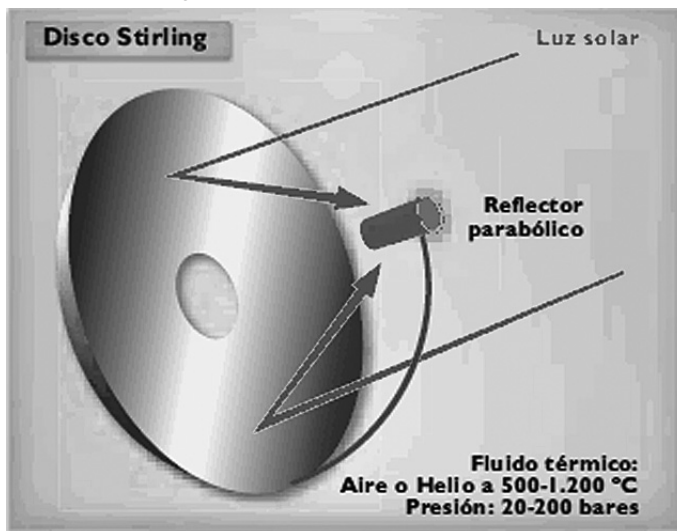
Fuente: Alfonso Caño (2009): "Tecnologías de transformación solar-eléctrica"

2.4. DISCO PARABÓLICO STIRLING

Se trata de una probada tecnología basada en concentración de la radiación solar incidente en un disco parabólico, sobre un receptor colocado en su foco (figura 5). El motor Stirling consta de dos cilindros, uno en el foco frío y el otro en el caliente, unidos por un conducto. El gas de trabajo se mueve entre el cilindro caliente, que es

el que recibe la radiación, y el cilindro frío por medio de un juego de pistones y bie-las unidas a un volante común. Se trata de un motor de baja densidad energética por lo que las potencias que se alcanzan son relativamente pequeñas, hasta 100 kW para un disco de 8 m de diámetro (Caño, 2009).

Figura 5. Disco Parabólico Stirling



Fuente: Alfonso Caño (2009): "Tecnologías de transformación solar-eléctrica"

Cuatro son los requerimientos para la instalación de plantas solares termoeléctricas: un clima con abundante radiación solar; las condiciones topográficas del suelo, debido a que se necesitan superficies planas, que facilitan las labores de diseño y construcción del campo solar; disponibilidad de agua, y conexión eléctrica a la red.

3. POLÍTICA DE FOMENTO DE LA ENERGÍA SOLAR TERMOELÉCTRICA

El Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010, aprobado por el Consejo de Ministros de 30 de diciembre de 1999, de acuerdo con la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, establece el objetivo de desarrollo a alcanzar por cada una de las áreas de energías renovables para cubrir, en su conjunto, al menos el 12% del consumo en términos de energía primaria en España en el año 2010 (Instituto para la Diversificación y Ahorro y de la Energía, 1999). Este objetivo responde a las políticas de fomento de las energías renovables en la Unión Europea desde 1997, año en que se aprueba el documento Energía para el futuro. Libro Blanco para una Estrategia y un Plan de Acción Comunitarios.

Cuando se redacta este Plan no hay en España plantas termoeléctricas en funcionamiento, pero se dan los pasos para constituir el marco económico y legislativo adecuado para que empezasen a promoverse los primeros proyectos con esta tecnología de producción eléctrica.

El Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. Según el artículo 27.1 de la Ley del Sector Eléctrico se pueden acoger al régimen especial de producción de energía eléctrica las instalaciones que utilicen la cogeneración y las que utilicen como energía primaria alguna de las energías renovables no consumibles, biomasa o cualquier tipo de biocombustible siempre y cuando su titular no realice actividades de producción en el régimen ordinario (Comisión Nacional de Energía, 2008).

En este Real Decreto las instalaciones que utilizan como energía primaria para la generación de electricidad la energía solar quedan incluidas en el grupo b.1, y se desglosa en solar fotovoltaica (b.1.1) y solar termoeléctrica (b.1.2) (Espejo, 2004). En las instalaciones solares termoeléctricas se pueden utilizar equipos auxiliares que consumen gas natural o propano únicamente para el mantenimiento de la temperatura del acumulador de calor. El consumo de dicho combustible, en cómputo anual, deberá ser inferior al 12% de la producción de electricidad y sólo durante los periodos de interrupción de la generación eléctrica, si la instalación vende su energía a la empresa distribuidora de energía eléctrica. En este caso, el precio de venta de la electricidad vendrá expresado en forma de tarifa regulada, única para todos los periodos de programación expresada en céntimos de euro por kilovatio-hora (kWh). El porcentaje puede ser el 15%, sin limitación temporal, si la instalación vende la energía libremente en el mercado, a través del sistema de ofertas gestionado por el operador del mercado, del sistema de contratación bilateral o a plazo de una combinación de todos ellos. En este caso, el precio de venta de la electricidad será el precio que resulte en el mercado organizado o el precio libremente negociado por el titular o el representante de la instalación, complementado por un incentivo y, en su caso, por una prima, ambos expresados en céntimos de euro/kWh.

El artículo 33 del Real Decreto 436/2004 contiene las tarifas, primas e incentivos para instalaciones de energía solar. Para la solar térmica son:

Tarifa: 300% durante los primeros 25 años desde su puesta en marcha y 240% a partir de entonces.

Prima: 250% durante los primeros 25 años desde su puesta en marcha y 200% a partir de entonces.

Incentivo: 10%.

También contempla este artículo que cuando se alcancen los 200 megavatios (MW) de potencia instalada, se procederá a la revisión de la cuantía de las tarifas, incentivos y primas expresadas en el mismo.

En julio de 2005 el Gobierno aprueba el Plan de Energías Renovables en España 2005-2010 (PER) (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2005), que constituye la revisión del Plan de Fomento de las Energías Renovables en España 2000-2010 hasta entonces vigente. Con esta revisión trata de mantener el compromiso de cubrir con fuentes renovables al menos el 12% del consumo total de energía en 2010. Sin embargo, propone una distribución diferente de los esfuerzos por áreas, de manera que sea posible la consecución del objetivo global. También incorpora los otros dos objetivos indicativos adoptados con posterioridad al anterior

Plan: 29,4% de generación eléctrica con renovables y 5,75% de biocarburantes en transporte para el año 2010 (Espejo, 2009).

En el PER se considera que existen perspectivas e iniciativas suficientes, por parte de empresas de reconocida capacidad, para llegar a instalar 500 MW en centrales termosolares. Las razones que fundamentan esta propuesta son:

- Existencia de recursos solares en España muy favorables para el desarrollo de esta tecnología.
- Disponibilidad de conocimientos y experiencias previas que configuran a España como líder en estas tecnologías, hasta el grado de desarrollo existente actualmente.
- De cara al futuro, elevado interés de promotores por llevar a cabo proyectos comerciales y capaces de liderar también esta tecnología en el ámbito industrial y comercial.

Por otro lado, el Real Decreto 436/2004, con sus primas, ha estimulado nuevos proyectos. Cuando se aprueba este Plan, contabilizando los proyectos existentes que se encuentran en diferentes grados de ejecución, en el desarrollo de la promoción o al inicio de la fase de medición, se puede precisar que en global se están promoviendo proyectos con una potencia de alrededor de 500 MW.

La distribución prevista de las plantas de energía solar termoelectrica se sitúa en las zonas con más radiación de España, parámetro que limita el aprovechamiento del recurso solar, según la tecnología actual disponible.

Teniendo en cuenta la promoción de estos proyectos en diferentes regiones de España, se plantea, a modo indicativo, una distribución por Comunidades Autónomas del objetivo global de 500 MW: Andalucía (300 MW), Castilla y León (50 MW), Castilla-La Mancha (50 MW), Extremadura (50 MW) y Murcia (50 MW).

Según el PER con la consecución de estos objetivos y el desarrollo industrial que lleva aparejado, España se convertirá en líder mundial de esta tecnología, además de en el campo de investigación, como lo es en el momento en que se redacta el PER, en el de las realizaciones de plantas comerciales.

La evolución anual prevista de la potencia nueva a instalar dentro del periodo 2005-2010 queda expuesta en la tabla 1.

Tabla 1. Evolución anual de la potencia a instalar, producción prevista, inversiones y ayudas públicas. 2005-2010

Año	Potencia MW	Producción MWh	Inversión asociada (miles €)	Apoyo público: Explotación (miles €)	Apoyo público: Inversión (miles €)	Apoyo público: Total (miles €)
2005	0	0	0	0	0	0
2006	10	25.960	50.000	4.284	1.200	81.454
2007	40	129.800	200.000	24.458	0	354.298
2008	150	519.200	675.000	99.202	5.000	1.298.552
2009	150	908.600	637.500	176.033	0	1.722.283
2010	150	1.298.000	600.000	254.997	0	2.153.147
Total 2005-10	500	2.881.560	2.162.500	559.514	6.200	5.610.274

Fuente: IDAE. Plan de Energías Renovables 2005-2010

Según el PER este crecimiento de la potencia termoeléctrica en el periodo establecido solo es posible si se produce rápidamente el cambio legislativo necesario para eliminar la limitación a 200 MW para obtener las primas consideradas en 2005, fecha de su aprobación. A este respecto también señala que hay que tener en cuenta que se trata de proyectos grandes, en muchas ocasiones en torno a 50 MW, con un plazo de ejecución de al menos 18 meses y que previamente han tenido que obtener todos los permisos.

El Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. Sustituye al Real Decreto 436/2004, y en él se establece una nueva metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. Da una nueva regulación a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, manteniendo la estructura básica de la existente.

El marco económico establecido en el R.D. 661/2007 garantiza a los titulares de instalaciones en régimen especial una retribución razonable para sus inversiones y a los consumidores finales eléctricos una asignación racional de los costes imputables al sistema eléctrico. En su artículo 36 se publican las tarifas y precios correspondientes a la energía solar térmica.

En mayo de 2009 se publica el Real Decreto 6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan medidas en el sector energético y se aprueba el bono social. En él se plantea que se hace necesario adoptar una medida de urgencia que garantice la necesaria seguridad jurídica a aquellos que han realizado inversiones, y ponga las bases para el establecimiento de nuevos regímenes económicos que propicien el cumplimiento de los objetivos pretendidos: la consecución de unos objetivos de potencia por tecnología a un coste razonable para el consumidor y la evolución tecnológica de las mismas que permita una reducción gradual de sus costes y por consiguiente su convergencia con las tecnologías convencionales.

A través del Real Decreto 6/2009 se crea un Registro de Preasignación de Retribución, con el fin de conocer en los plazos previstos en el este Decreto las instalaciones que, en su fecha de publicación, no sólo están proyectadas, sino que cumplen las condiciones para ejecutarse y acceder a todos los requisitos legales y reglamentarios, el volumen de potencia asociado a las mismas y el impacto en costes de la tarifa eléctrica y su calendario. La inscripción en el Registro de Preasignación es condición necesaria para el otorgamiento del derecho al régimen económico establecido en el Real Decreto 661/2007.

En octubre de 2009, la tardanza de la publicación del listado de instalaciones inscritas en el Registro de Preasignación provoca malestar en las empresas del sector. De ello da cuenta la prensa, con titulares como “La energía deja de ser negocio. La caída de la demanda por la crisis y los bandazos en la regulación de las renovables provocan un fuerte malestar entre las empresas del sector” (Diario *El País*, 18 de octubre de 2009, p. 26). Sobre la situación en la que está el sector en esas fechas da buena cuenta el Boletín de Noticias de octubre de 2009 de la Asociación Española de la Industria Solar Termoeléctrica (Protermosolar). En la página de opinión,

Valeriano Ruiz, Presidente de Protermosolar, con el título “Carta abierta al Secretario de Estado de Energía, al Ministro y al Presidente del Gobierno”, declara:

“Los perjuicios que se están causando en la cadena de valor de nuestra industria son muy importantes, cualitativa y cuantitativamente. La paralización de obras por la falta de liberalización de fondos de préstamos ya concedidos de entidades financieras, los costes financieros de mantener plantas paradas, los despidos o retrasos en las incorporaciones de personal en plantas, el retraso en el cumplimiento de plan de negocios de proyectos con inversiones tan elevadas, los tremendos impactos en los fabricantes de componentes con reducciones de plantilla y costes directos no recuperables, las indemnizaciones que están dando lugar los incumplimientos y un largo etcétera. El desprestigio internacional por la inseguridad jurídica e incluso el impacto de las cotizaciones de empresas, nacionales e internacionales, que tienen a la termosolar en su núcleo base de actividad, ha sido también significativo”.

En el Boletín Oficial del Estado (BOE), de 24 de noviembre de 2009, se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 13 de noviembre de 2009, por el que se procede a la ordenación de los proyectos o instalaciones presentadas en el Registro de preasignación de retribuciones para las instalaciones de producción de energía eléctrica, previsto en el Real Decreto 6/2009.

El Consejo de Ministros acuerda disponer la puesta en funcionamiento de las instalaciones de tecnología solar termoelectrica en fases sucesivas de acuerdo con el siguiente ritmo acumulado de implantación:

- Fase 1: 850 MW.
- Fase 2: 1.350 MW.
- Fase 3: 1.850 MW.
- Fase 4: Resto de potencia inscrita al amparo de lo previsto en la disposición transitoria quinta del Real Decreto 6/2009.

Las instalaciones inscritas en el Registro de preasignación no podrán comenzar el vertido de energía a través de las red de la empresa distribuidora o de transporte, antes del 1 de enero de 2011(Fase 2), 1 de enero de 2012 (Fase 3) y 1 de enero de 2013 (Fase 4), ya en régimen de explotación comercial o en pruebas.

Dichas instalaciones deberán ser inscritas con carácter definitivo en el Registro de preasignación con anterioridad al 1 de enero de 2013 (Fases 2 y 3) y 1 de enero de 2014 (Fase 4).

En la página de Opinión del Boletín de Noticias de Protermosolar de octubre de 2010, Valeriano Ruiz informa sobre la situación en la que se encuentra sector, con el titular “Incertidumbre es incompatible con desarrollo industrial”:

“Con el escenario del Registro de Preasignación de Retribución y el faseado de entrada en operación creíamos que ha se habían establecido las bases que daría tranquilidad a las inversiones realizadas y permitirían las nuevas para la realización de plantas; pero tampoco.

En mayo de este año nos presentó el Ministerio unas propuestas basadas en unos sesgados informes para la reducción de primas y de horas de operación de las plantas. Tras un agotador proceso de negociación llegamos el 2 de julio a un acuerdo en el que el sector hizo importantes concesiones a cambio de eliminar las incertidumbres y garantizar la seguridad jurídica de las inversiones.

Dicho acuerdo hubiera debido ser convertido en un nuevo Real Decreto, que de no ser por esa nueva iniciativa del Ministerio, hubiera sido innecesario. Tres meses después, no sólo no se ha publicado, sino que siguen existiendo dudas, tanto sobre su publicación como sobre el mantenimiento de los términos de acuerdo alcanzado entre la industria y el Ministerio.

La incertidumbre es incompatible con el desarrollo industrial y pueden ser irreversibles los daños que esta situación causa a un sector ejemplo de éxito tecnológico y de potencial económico. De hecho, muchas de nuestras empresas punteras están ya “emigrando” a otras zonas del mundo donde piensan encontrar mayor seguridad para sus inversiones. Son muchos los miles de millones ya invertidos, muchos e importantes los países inversores en nuestro sector que no dan crédito a que algo así esté ocurriendo en un país de Europa cuya economía se encuentra entre las diez más importantes del mundo y que está tan necesitado de reactivación”.

El operador que produce electricidad de origen termosolar puede elegir año tras año entre dos modelos de remuneración:

- a) suministrar la electricidad con base a una tarifa fija que permanece constante durante todo el año.
- b) vender la electricidad directamente en el mercado (según la tasa del día), o a plazo o bien mediante un contrato bilateral. Si el operador opta por esta segunda posibilidad recibe el valor negociado y una bonificación adicional.

Cada año, a finales de diciembre, el BOE publica la orden por la que se revisan las tarifas eléctricas a aplicar a partir del 1 de enero del año siguiente. Esa orden contiene tanto la remuneración normal como la compensación inflacionaria establecidas en el Real Decreto 661/2007. La remuneración está garantizada por Ley durante 25 años, tanto el precio del kWh en caso de tarifa fija, como la bonificación en el caso de una operación de mercado. Pasados 25 años la remuneración por cada kWh suministrado a la red se reduce, de tal manera que equivale al 80% del valor vigente en ese momento. Esta remuneración se ajusta en España a la tasa anual de inflación con base al índice de precios al consumo (IPC). Hasta el 31 de diciembre de 2012 al hacer este ajuste hay que restar 0,25 puntos porcentuales a la variación anual respectiva del IPC; a partir de entonces se debe restar 0,5 puntos porcentuales.

El Plan de Acción Nacional de Energías Renovables (PANER) 2011-2020, presentado en junio de 2010, en el apartado dedicado a la evolución de la energía solar termoeléctrica, indica que la contribución de esta energía al cumplimiento de los objetivos vinculantes para 2020 se estima en 15.353 Gigavatios/hora (GWh), generados por una potencia instalada acumulada en 2020 de 5.079 MW. El incremento de potencia en el periodo 2011-2020 se estima en 4.447 MW.

Hasta 2013 se ha considerado el marco actualmente vigente, que identifica los 2.471 MW que entrarán en funcionamiento los próximos años.

La estimación de energía generada en este periodo se basa, hasta 2013, en la distribución de plantas con tarifa preasignada, de las cuales un 40% son centrales con acumulación de energía y un 60% son instalaciones sin acumulación de energía. A partir de 2014 se estima que todas las instalaciones incorporan sistemas de almacenamiento de energía, que permitirá su participación en los programas de ajuste del sistema y que contribuyan a la gestionabilidad del mismo (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2010).

4. DISTRIBUCIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA

El sector termoelectrico ha despegado en España gracias al marco regulador estable propiciado en los últimos años. La publicación del Real Decreto 661/2007 supone un gran impulso para la venta de electricidad generada en centrales solares termoelectricas. Los productores reciben una prima compensa su apuesta por una fuente de energía limpia, de ahí la intensa actividad promotora de centrales de este tipo. A 1 de octubre de 2010 ya existen 12 centrales en funcionamiento con una potencia instalada de 482,4 MW, localizadas en las provincias de Sevilla (6), Badajoz (3), Granada (1) y Murcia (1) (tabla 2).

Tabla 2. Centrales termosolares operativas. 1 de octubre de 2010

Nombre	Localidad	Potencia MW	Provincia	Tecnología
PS 10	Sanlúcar la Mayor	11	Sevilla	Torre y heliostatos
ANDASOL 1	Aldeire	50	Granada	Canales parabólicos
PS20	Sanlúcar la Mayor	20	Sevilla	Torre y heliostatos
PUERTOLLANO IBERSOL	Puertollano	50	Ciudad Real	Canales parabólicos
PUERTO ERRADO 1	Calasparra	1,4	Murcia	Fresnel
LA RISCA	Alvarado	50	Badajoz	Canales parabólicos
ANDASOL 2	Aldeire	50	Granada	Canales parabólicos
EXTRESOL 1	Torre de San Miguel Sesmero	50	Badajoz	Canales parabólicos
SOLNOVA 1	Sanlúcar la Mayor	50	Sevilla	Canales parabólicos
SOLNOVA 2	Sanlúcar la Mayor	50	Sevilla	Canales parabólicos
SOLNOVA 4	Sanlúcar la Mayor	50	Sevilla	Canales parabólicos
LA FLORIDA	Alvarado	50	Badajoz	Canales parabólicos

Fuente: Asociación Española para la Promoción de la Industria Termosolar

Con la información publicada en el Boletín de Noticias de Protermosolar y los datos que aportan las sociedades promotoras, sobre todo en sus páginas web, se presentan unas notas con las principales características de centrales termosolares en funcionamiento.

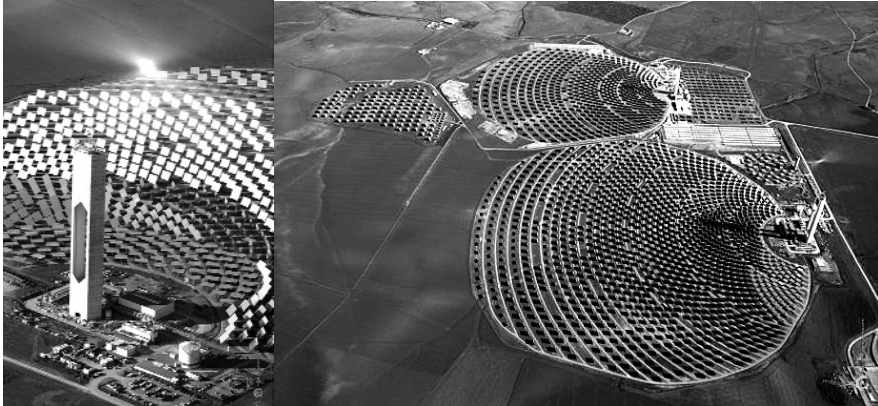
4.1. PLATAFORMA SOLÚCAR

Abengoa está construyendo en Sanlúcar la Mayor (Sevilla) la Plataforma Solúcar, el conjunto de instalaciones solares más grande del mundo. Las centrales PS10 y PS20 comparten tecnología, son centrales de campo de heliostatos y receptor central de vapor saturado. Se diferencian en el tamaño de la potencia instalada (figura 6).

La PS10 entró en funcionamiento a finales de marzo de 2007, y es la primera central comercial de receptor central. Es una central de electricidad, con una turbina de vapor con su correspondiente alternador, de 11 MW. La parte solar de esta central consta de un campo de heliostatos con 624 unidades de 120 m², lo que significa casi 75.000 m² de espejos que redirigen y concentran la radiación solar directa recibida hacia un receptor que produce 52 MW de potencia térmica en condiciones nominales. Este campo ocupa 55 hectáreas (has) de terreno ligeramente ondulado al que se adaptan los heliostatos. El receptor, formado por 4 tubos absorbedores en los que se

produce la evaporación parcial del agua de alimentación, se encuentra en la parte alta de una torre de 125 m, exactamente su centro geométrico está a 100,5 m. La generación de electricidad prevista es de 23,15 millones de kWh al año, por tanto 23,15 gigavatios/hora (GWh) anuales. La planta PS20, que dobla en potencia a la PS10, comparte tecnología y conceptos. (Ruiz, 2009).

Figura 6. Plataforma Solar Solúcar



Fuente: Abengoa Solar

La Plataforma Solúcar constará de 300 MW, 50 MW de tecnología de torre, 250 MW obtenidos de colectores cilindro parabólicos a través de cinco plantas de 50 MW cada una y denominadas Solnova 1,3 ,4 ,5 y 6, 3 MW de solar fotovoltaica y 80 kW a partir de tecnología disco Stirling.

La superficie de captación de cada planta cilindroparabólica de 50 MW está formada por unos 300.000 m² de espejos en una superficie total de unas 115 has. La componen 90 lazos, cada lazo cuenta con 4 colectores. Un colector cilindroparabólico está compuesto por 12 módulos de 12,5 m de longitud y 5,76 m de apertura.

La Plataforma Solúcar está previsto que se termine su construcción en 2013. El proyecto, de 1.200 millones de euros de inversión, ocupará un área de 800 has y generará empleo para 300 operarios. Esta Plataforma cuenta con áreas de investigación y desarrollo. Es el único lugar del mundo donde existen instalaciones de casi todas las tecnologías solares existentes en operación comercial o en demostración (Abengoa, 2010).

4.2. ANDASOL

En diciembre de 2008 se conecta a la red la planta Andasol 1, la primera planta de colector cilindro parabólico que funciona en Europa a nivel comercial. Está ubicada en la altiplanicie del Marquesado del Zenete, en el municipios de Aldeire (Granada), al norte de Sierra Nevada, a 1.000 m de altitud, en un lugar de alto nivel de radiación solar directa y con abundante agua (figura 7).

Esta central ocupa una superficie de 195 has. La superficie de espejos del campo solar mide 510.120 m². Los colectores cilindro parabólicos están dispuestos en 312 filas o lazos de colectores que están interconectados con tuberías. Las filas están dispuestas en dirección norte a sur y se orientan de este a oeste siguiendo la trayectoria del sol. Cada lazo está compuesto por dos unidades de colector, y cada una consta de 12 submódulos de 12 m de largo y 6 m de ancho. Cada submódulo lo componen 28 espejos y 3 tubos absorbedores. Para esta instalación se ha necesitado 209.664 espejos parabólicos, 22.464 tubos absorbentes de 4 m cada uno, y 624 sensores solares.

Una parte del calor generado en el campo solar se almacena en sal líquida. Durante el día se calientan con la radiación del sol 28.500 toneladas de una mezcla de sales de nitrato de potasio y nitrato de sodio, que durante la noche o en días nublados, suministra el calor necesario para el funcionamiento de la central. La mezcla de sales líquidas (temperatura inicial aproximada de 290°C) absorbe calor adicional hasta alcanzar cerca de 390°C). El principio de funcionamiento de los mismos es similar al de un termo, lo que permite mantener el calor durante varias semanas. El calor almacenado puede accionar la turbina de la central eléctrica durante unas 7,5 horas, por lo que durante los meses de verano, estas centrales pueden funcionar casi las 24 horas del día. La capacidad del acumulador de calor es de 28.500 Tm de sal (Solar Millennium, 2008).

Adicionalmente, esta central dispone de una caldera de gas natural que complementa los aportes térmicos en cantidades nunca superiores a la energía primaria correspondiente al 15% de la energía eléctrica que genera la central. Es una energía auxiliar de gran interés –junto a la gran capacidad de almacenamiento- porque, de esa manera, la electricidad generada se puede adaptar muy bien al consumo en la red general a la que la central esté conectada. Este elevado nivel de programabilidad es una de las grandes virtudes de estas centrales frente a la aleatoriedad de la eólica, o a la incapacidad de interrupción del aporte eléctrico de origen nuclear (Ruiz, 2009).

El consumo anual de agua de una central eléctrica Andasol asciende a unos 870.000 metros cúbicos al año, y se produce principalmente en el proceso de enfriamiento del circuito de vapor, es decir debido a la evaporación de agua en las torres de enfriamiento. El consumo de agua se cubre principalmente a través de pozos ubicados directamente en el emplazamiento (Solar Millennium, 2008).

Andasol 1 tiene una potencia instalada de 50 MW. Está previsto que su funcionamiento a plena carga sea de 3.500 horas anuales, con lo que generará unos 180 GWh, y se ha estimulado un tiempo de vida útil de al menos 40 años. El propietario de esta central es la sociedad Andasol 1 Central Termosolar Uno S.A., con sede en Aldeire (Granada). Los socios de esta sociedad son Cobra Sistemas y Redes S.A., con sede en Madrid, una empresa del grupo ACS/Cobra, con una participación del 75% y la empresa Solar Millennium Verwaltungs GmbH. con un 25% (Solar Millennium, 2008).

Figura 7. Central Andasol 1



Fuente: Asociación Española para la Promoción de la Industria Termosolar

4.3. PUERTO ERRADO 1

En marzo de 2009 se conecta a la red la planta termosolar Puerto Errado 1, en Calasparra (Murcia), la primera central termosolar del mundo que implementa tecnología lineal Fresnel. Esta planta ha sido diseñada y desarrollada por Novatec Biosol AG. Es sistema consta de 16 líneas paralelas de espejos que reflejan la radiación solar en un colector, en el que se vaporiza agua, y el vapor generado se envía a una turbina de vapor para producir energía eléctrica. La superficie de espejos asciende a 18.000 m² y tiene una potencia de 1,4 MW, que producirán cerca de 3 GWh anuales (figura 8).

Esta primera planta se completará con otra de 30 MW que la empresa desarrollará en las proximidades de esta primera instalación. La nueva fase de Puerto Errado supondrá una inversión de unos 120 millones de euros.

Figura 8. Central Puerto Errado 1

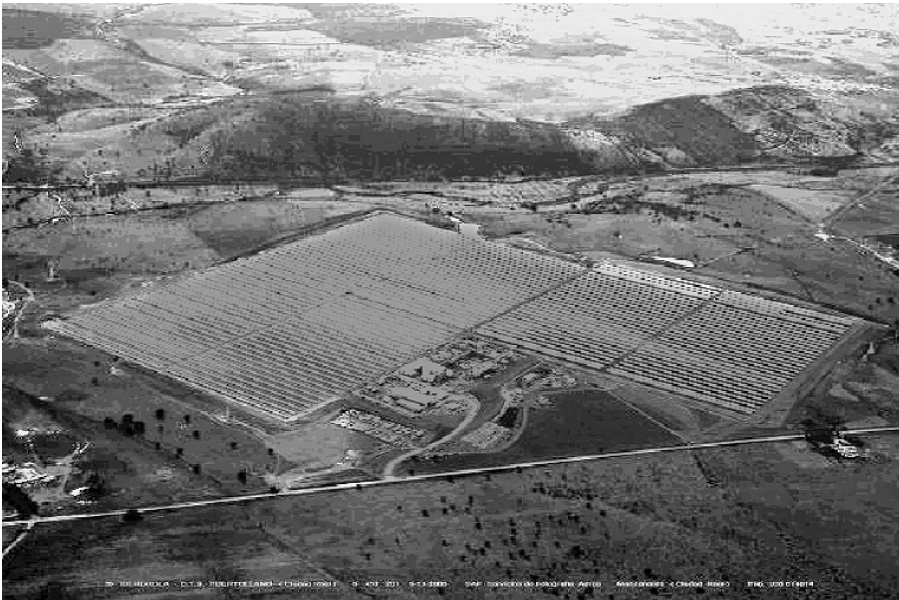


Fuente: Novatec Biosol

4.4. IBERSOL PUERTOLLANO

En mayo de 2009 se inaugura en Puertollano (Ciudad Real) una central de 50 MW propiedad de Iberdrola Renovables (90%) y del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) (10%). Sobre una superficie de 150 has se han instalado 352 colectores cilindro-parabólicos de 150 m cada uno, equipados con 118.272 espejos reflectores y 12.672 tubos absorbedores, y que suman una superficie de captación de 287.760 m² (figura 9). La producción anual estimada asciende a 103 GWh. Consume 570.000 metros cúbicos de agua al año, de los que 70.000 se destinan para la limpieza de los espejos. No dispone de almacenamiento térmico. La inversión realizada asciende a 200 millones de euros, y ha supuesto la creación de 60 puestos de trabajo (Iberdrola Renovables, 2009).

Figura 9. Central Puertollano Ibersol



Fuente: Iberdrola Renovables

5. CENTRALES EN CONSTRUCCIÓN Y EN PROYECTO

Según Protermosolar, a comienzos de octubre de 2010 se encuentran en construcción avanzada 15 centrales que suman 668 MW a la potencia existente (tabla 3). La mayoría de las instalaciones tienen una capacidad de 50 MW, la máxima que permite el régimen especial, y utilizan colectores cilindro-parabólicos, con la excepción de la central de torre Gemasolar de 17 MW, y la de Puerto Errado 2 de tecnología Fresnel. La totalidad de estas instalaciones termosolares están al sur del paralelo 40°.

Tabla 3. Centrales termosolares en construcción avanzada. 1 de octubre de 2010

Nombre	Localidad	Potencia MW	Provincia	Tecnología
PALMA DEL RÍO II	Palma del Río	50	Córdoba	Canales parabólicos
PUERTO ERRADO 2	Calasparra	50	Murcia	Fresnel
ANDASOL 3	Aldeire	50	Granada	Canales parabólicos
MAJADAS	Majadas	50	Cáceres	Canales parabólicos
PALMA DEL RÍO I	Palma del Río	50	Córdoba	Canales parabólicos
LA DEHESA	La Garrovilla	50	Badajoz	Canales parabólicos
MANCHASOL 1	Alcázar de San Juan	50	Ciudad Real	Canales parabólicos
EXTRESOL 2	Torre de San Miguel Sesmero	50	Badajoz	Canales parabólicos
GEMASOLAR	Fuentes de Andalucía	17	Sevilla	Torre y heliostatos
HELIOENERGY 1	Écija	50	Sevilla	Canales parabólicos
HELIOENERGY 2	Écija	50	Sevilla	Canales parabólicos
LEBRIJA 1	Lebrija	50	Sevilla	Canales parabólicos
TERMOSOL-50	San José del Valle	50	Cádiz	Canales parabólicos
ARCOSOL-50	San José del Valle	50	Cádiz	Canales parabólicos
CASAS DE LOS PINOS	Villarrobledo	1	Albacete	Discos parabólicos

Fuente: Asociación Española para la Promoción de la Industria Termosolar

Asimismo, 33 nuevas centrales, que totalizan 1.342 MW, han sido inscritas en el Registro de Preasignación previsto para el año 2013, publicado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, por lo que iniciarán de inmediato las obras de construcción (tabla 4).

Tabla 4. Centrales termosolares preasignadas. 1 de octubre de 2010

Nombre	Localidad	Potencia MW	Provincia	Tecnología
PLANTA SOLAR TERMOELÉCTRICA	Espejo	50	Córdoba	Canales parabólicos
“LA AFRICANA”	Fuente Palmera	50	Córdoba	Canales parabólicos
CONSOL ORELLANA	Orellana	50	Badajoz	Canales parabólicos
HELIOS I	Puerto Lápice	50	Ciudad Real	Canales parabólicos
HELIOS II	Puerto Lápice	50	Ciudad Real	Canales parabólicos
ASTE 1ª	Alcázar de San Juan	50	Ciudad Real	Canales parabólicos
ASTE 1B	Alcázar de San Juan	50	Ciudad Real	Canales parabólicos
SOLACOR 1	El Carpio	50	Córdoba	Canales parabólicos
SOLACOR 2	El Carpio	50	Córdoba	Canales parabólicos
PLANTA TERMOSOLAR DE MORÓN	Morón de la Frontera	50	Sevilla	Canales parabólicos
MANCHASOL-2	Alcázar de San Juan	50	Ciudad Real	Canales parabólicos
OLIVENZA 1	Olivenza	50	Badajoz	Canales parabólicos
EXTRESOL-3	Torre de San Miguel Sesmero	50	Badajoz	Canales parabólicos
ASTEXOL-2	Badajoz	50	Badajoz	Canales parabólicos
SOLABEN 1	Logrosán	50	Cáceres	Canales parabólicos
SOLABEN 2	Logrosán	50	Cáceres	Canales parabólicos
SOLABEN 3	Logrosán	50	Cáceres	Canales parabólicos

Tabla 4. Centrales termosolares preasignadas. 1 de octubre de 2010. (Continuación)

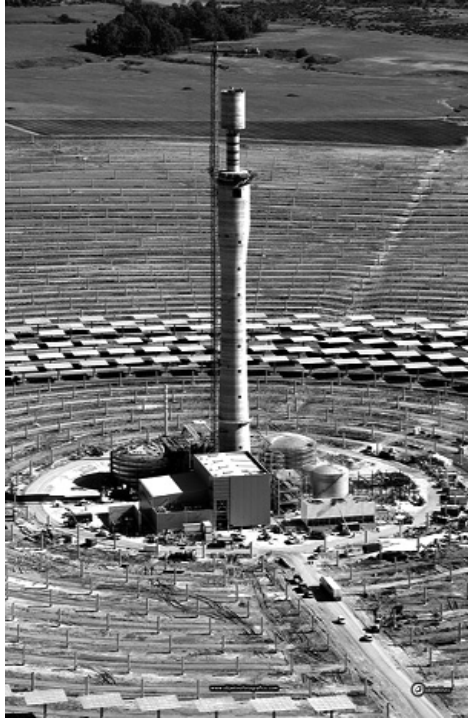
Nombre	Localidad	Potencia MW	Provincia	Tecnología
TERMOSOL 1	Navalvillar de Pela	50	Badajoz	Canales parabólicos
TERMOSOL 2	Navalvillar de Pela	50	Badajoz	Canales parabólicos
TERMOSOLAR BORGES S.L.	Aigües Blanques	22,5	Lérida	Canales parabólicos
EXTREMASOL 1	Villanueva de la Serena	50	Badajoz	Canales parabólicos
SOLABEN 6	Logrosán	50	Cáceres	Canales parabólicos
SOLAR TERMOELÉCTRICA CÁCERES	Galisteo	50	Cáceres	Canales parabólicos
CASABLANCA	Talarrubias	50	Badajoz	Canales parabólicos
ENERSTAR VILLENA	Villena	50	Alicante	Canales parabólicos
8 MW PUERTOLLANO	Puertollano	8	Ciudad Real	Discos parabólicos
10 MW PUERTOLLANO	Puertollano	10	Ciudad Real	Discos parabólicos
10 MW PUERTOLLANO	Puertollano	10	Ciudad Real	Discos parabólicos
10 MW PUERTOLLANO	Puertollano	10	Ciudad Real	Discos parabólicos
10 MW PUERTOLLANO	Puertollano	10	Ciudad Real	Discos parabólicos
10 MW PUERTOLLANO	Puertollano	10	Ciudad Real	Discos parabólicos
14 MW PUERTOLLANO	Puertollano	12,40	Ciudad Real	Discos parabólicos
ARENALES	Morón de la Frontera	50	Sevilla	Canales parabólicos

Fuente: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Registro de Preasignación de instalaciones de régimen especial

La industria termosolar invertirá en España cerca de 15.000 millones de euros hasta 2013, contará con 60 plantas en funcionamiento y permitirá conectar a la red eléctrica un total de 2.500 MW.

De todos los proyectos en construcción llama la atención el caso de la planta Gemasolar (Figura 10), por su singularidad dentro de este panorama, ya que se trata de una planta de receptor central con un sistema de almacenamiento que emplea sales fundidas como fluido caloportador y como sistema de almacenamiento. Su campo de helióstatos de tipo central lo forman 2.500 helióstatos de 115 m² cada uno con un total de 287.500 m² de superficie que ocupan 142 has. El sistema de almacenamiento está dimensionado para 15 horas de funcionamiento de la turbina, cuya potencia nominal es de 17 MW. La planta incorpora también una caldera de gas natural de 16 MW. La energía eléctrica que se pretende generar es de 110 GWh al año. (Ruiz, 2009).

Figura 10. Central Gemasolar en construcción. Mayo 2010



Fuente: SENER. Ingeniería y Sistemas

6. LAS CENTRALES TERMOSOLARES Y EL MEDIO AMBIENTE

La energía solar termoeléctrica forma parte del conjunto de energías renovables cuya principal aplicación es la producción de energía eléctrica, sin procesos de combustión y por tanto sin emisiones de gases que producen el efecto invernadero entre otros impactos.

Tal y como se recoge en el documento del Plan de Energías Renovables 2005-2010, elaborado por el IDAE, la gran ventaja de la energía solar termoeléctrica es que permite producir electricidad de la misma forma que las centrales convencionales, pero utilizando como energía primaria la radiación solar concentrada. No existen impactos sobre el medio físico, ni sobre la calidad del aire, ni los suelos; tampoco se provocan ruidos ni se afecta a la red hidrográfica. Igualmente no entraña ningún riesgo para la seguridad.

Según el IDAE se puede decir que las principales repercusiones son el impacto visual y la ocupación de terrenos, que en el caso de grandes instalaciones pueden ser de gran impacto. Esta ocupación de terrenos en algunos emplazamientos específicos podría tener incidencia sobre la flora y la fauna del emplazamiento, aunque el impacto no es superior al de cualquier planta convencional.

Respecto a la ocupación de terrenos existen diferencias entre tecnologías. Mientras que en las centrales de colectores cilindro parabólicos la ocupación es de aproximadamente una ha por MW, para los proyectos de torre central este ratio se multiplica por 6-8.

Nuevas tecnologías como los colectores lineales de Fresnel pueden significar un gran avance en este sentido, ya que su configuración permitiría combinar usos como el empleo del suelo debajo de los colectores con fines agrícolas o constituir la estructura de un aparcamiento.

Por otro lado, desmontar una central termoelectrica no entraña dificultades por lo que se puede hablar de reversibilidad y la mayoría de los materiales que se utilizan en la construcción de las plantas (acero, cristal,...) se pueden reciclar. En el caso de las que cuentan con tanques con acumuladores térmicos que contienen mezclas de sales líquidas (nitrato de sodio y nitrato de potasio), al desmontarlos, una vez que se cumpla su servicio, las sales se pueden recristalizar y volver a utilizar en su forma original para otros fines, como por ejemplo la agricultura.

En cuanto al impacto visual, en las plantas de tecnología cilindro-parabólica la altura es inferior a 4 m, lo que significa que a 100 m de distancia el impacto visual es nulo por el ángulo de visión menor de 2,5°.

Por lo que se refiere al posicionamiento de las organizaciones ecológicas hemos encontrado dos situaciones. Por un lado, en junio de 2004 Greenpeace publica el informe *Solar Termoelectrica 2020. Pasos firmes contra el cambio climático*. Para Greenpeace esta tecnología puede ser una herramienta muy eficaz en la lucha contra el cambio climático, permitiendo la generación de electricidad sin emisiones de dióxido de carbono (CO₂), así como generando una serie de beneficios económicos, sociales y medioambientales (Brakmann y Rainer, 2004).

Greenpeace considera que la evaluación de las emisiones producidas en el ciclo de vida, y de los impactos en el terreno de los sistemas de tecnologías de concentración de la energía solar, muestra que son perfectamente adecuados para la reducción de gases de efecto invernadero y otros contaminantes, sin crear otros riesgos medioambientales o contaminación. Cada metro cuadrado de superficie de un campo solar de estas características es, por ejemplo, suficiente para evitar una emisión anual de 200 kg de dióxido de carbono. Se amortiza la energía de los sistemas de concentración eléctrica solar en el plazo de tan sólo cinco meses. Esto se compara muy favorablemente con una vida útil de 25 a 30 años. La mayoría de los materiales usados en los campos solares, por ejemplo, acero y cristal se pueden reciclar y reutilizar en otras centrales (Brakmann y Rainer, 2004).

También considera esta organización que lo que es más importante en términos medioambientales más amplios, durante la operación de una central solar termoelectrica no hay emisiones de CO₂, el gas de mayor responsabilidad en el cambio climático global. Aunque hay emisiones indirectas de CO₂ en otras etapas del ciclo de vida (construcción y desmantelamiento), estas son significativamente menores que las emisiones evitadas. La electricidad solar puede por tanto contribuir sustancialmente a los compromisos internacionales de reducción del constante aumento en el nivel de los gases de efecto invernadero y su contribución al cambio climático.

La oposición a la implantación de centrales termosolares en determinados lugares se ha dado en Extremadura, donde la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife) ha denunciado que existen más de 60 solicitudes de plantas solares termoeléctricas y que algunas afectan gravemente a espacios naturales. Dos de ellas de 50 MW de potencia cada una y una inversión de 600 millones, la promueve una de las principales eléctricas estadounidenses, Florida Power and Light. La ubicación de las plantas, cerca del embalse de Sierra Brava y las Charcas de Casas de Hito, humedales enclavados en una zona de especial protección para las aves (ZEPA) y, por tanto, incluidos en la Red Natura de la Unión Europea, ha motivado que SEO/BirdLife presente una queja ante la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea por incumplimiento de las normas ambientales (Rico, 2009).

Estos arrozales extremeños en los que se alimentan la mitad de las decenas de miles de grullas que recalán en España en invierno, en breve quedarán sepultados por cientos de paneles solares. La Junta de Extremadura alega que sólo afecta a 400 has sobre las 45.000 de la ZEPA y que, una vez estudiado a fondo el impacto, se crearán nuevos campos de arroz y de maíz para que no pierdan su sustento las grullas. Para Marcelino Cardalliaguet, delegado de SEO/BirdLife en Extremadura, “así demuestran no entender nada, ya que lo que les sobra a las grullas es donde alimentarse y lo que necesitan es un espacio en mosaico donde encuentren lugar para comer, dormir y descansar sin interferencias de instalaciones industriales, a las que hay que sumar una línea de alta tensión de 40 km que afecta a dos ZEPA y en la que descargarán electricidad varias plantas más” (Rico, 2009).

7. CONCLUSIONES

España cuenta en su mitad meridional con unos niveles normales de radiación directa que se sitúan en torno a los 2.000 kWh/m², abundante recurso para la instalación de centrales eléctricas termosolares.

La presencia de la Plataforma Solar de Almería, centro de investigación de referencia internacional, ha permitido sentar las bases para el desarrollo de la energía solar termoeléctrica en nuestro país.

La tecnología solar termoeléctrica supone una innovación frente a la energía solar fotovoltaica, ya que permite la producción eléctrica incluso en horas en las que no hay radiación solar. Con ello se resuelve el principal problema de cortes en la producción de electricidad y su repercusión sobre el abastecimiento, como sucede también con la eólica, condicionada a la presencia de viento. Por tanto la termoeléctrica debería tener un papel muy destacado en el nuevo sistema de futuro de la producción eléctrica, gracias a la abundancia del recurso y a sus características de gestionabilidad.

Dada la magnitud de las instalaciones solares termoeléctricas, con plantas de 50 MW, y que necesitan una inversión que oscila en torno a los 300 millones de euros, en estos proyectos participan multinacionales españolas y extranjeras: Abengoa, Iberdrola Renovables, ACS-Cobra, Acciona Energía, Gas Natural SDG, Basf Española, Eufér (Enel-Unión Fenosa Renovables), Florida Power and Light,...

El esfuerzo realizado en I+D+i por los centros de investigación y la industria termosolar española la ha llevado al liderazgo internacional en este sector. Las empresas cuentan también con plantas en otros países, y por tanto están bien posicionadas ante la nueva implantación de esta tecnología solar en otras regiones del mundo.

El marco retributivo que ha permitido el desarrollo de la termosolar es mucho más reciente que el de otras tecnologías renovables (eólica, fotovoltaica, biomasa). De los 4.600 millones de euros que recibieron las renovables del régimen especial en el año 2009, tan sólo 10 millones de euros fueron destinados a las centrales termosolares, un 0,2% del total, según información publicada por la Comisión Nacional de Energía.

A pesar de las ventajas de esta tecnología energética renovable, que no presenta ningún tipo de emisiones, dada la gran extensión ocupada por estas instalaciones se debe tener en cuenta su impacto ambiental, por los cambios en los usos del suelo, y la necesidad de instalar redes para la evacuación de la electricidad, con las consiguientes repercusiones sobre todo para la fauna. También hay que evaluar la disponibilidad de los recursos hídricos necesarios para su funcionamiento, y que no entren en competencia con otros usos. El consumo de agua es un aspecto a tener en cuenta, ya que una central de 50 MW, necesita entre 0,57 y 0,90 hectómetros cúbicos, por lo que en los lugares de su implantación, en la España meridional, se pueden presentar conflictos por los usos de esta agua, si no se planifican.

El nuevo Plan de Energías Renovables 2011-2020, en el que trabaja actualmente el Gobierno, ha de fijar un objetivo para este periodo que tenga en cuenta la rápida evolución que la energía solar termoeléctrica está teniendo en España, así como la disponibilidad de los recursos financieros con los que se van a pagar las tarifas y primas que perciben los productores de este tipo de electricidad. Mientras tanto, las empresas dedicadas a las energías renovables, en octubre de 2010, solicitan un pacto entre los grandes partidos políticos para asegurar un marco regulatorio estable que arrose la inversión y garantice su rentabilidad.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ABENGOA (2010): *Informe Anual 2009*.
- BRAKMANN, G. y RAINER, A (2004): *Energía solar termoeléctrica. 2020 pasos firmes contra el cambio climático*, Greenpeace, Amsterdam.
- CAPEL MOLINA, J.J. *El clima de la Península Ibérica*, Ariel, Barcelona.
- CAÑO, A. (2009): “Tecnologías de transformación solar-eléctrica”, en *APPA INFO*, nº 29, pp. 22-23.
- COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA (2008): *Ley del Sector Eléctrico*, Madrid, 5ª ed.
- ESPEJO MARÍN, C. (2004): “La energía solar fotovoltaica en España”, en *Nimbus*, nº 13-14, pp. 5-51.
- ESPEJO MARÍN, C. (2009): “Los biocarburantes en España. Un sector en desarrollo”, en *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, nº 50, pp. 111-134.
- FONT TULLOT, I. (1983): *Climatología de España y Portugal*, Instituto Nacional de Meteorología, Madrid.

- IBERDROLA RENOVABLES (2009): *La energía solar termoeléctrica. Planta termosolar de Puertollano*, Madrid.
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (1999): *Plan de Fomento de la Energías Renovables en España 2000-2010*, Ministerio de Industria y Energía, Madrid.
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (2005): *Plan de Energías Renovables en España 2005-2010*, Madrid, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (2010): *Plan de Acción Nacional de Energías renovables (PANER) 2011-2020*, Madrid, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- RICO, J. (2009): “Las manchas del Sol. No todo reluce en la energía solar. Plantas sin permiso y daños a zonas naturales oscurecen su desarrollo”, en *El País Tierra*, nº 28, julio de 2009, pp. 2-3.
- RUIZ HERNÁNDEZ, V. (DIR.) (2009): *La electricidad solar térmica, tan lejos, tan cerca*, Fundación Gas Natural, Barcelona.
- SOLAR MILLENNIUM (2008): *Las centrales eléctricas de colectores cilindro parabólicos: De Andasol 1 a 3*, Erlangen.