

Sector Solar Termoeléctrico

CAPÍTULO 3.4

PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA 2005-2010

3.4. Sector Termoeléctrico

La energía solar termoeléctrica agrupa un conjunto de tecnologías diferenciadas que se caracterizan por realizar concentración solar con el fin de alcanzar temperaturas que permitan la generación eléctrica. Su aplicación puede llegar a constituir una forma de generación de energía competitiva y con las ventajas que corresponde a una fuente renovable y respetuosa con el medioambiente.

Se trata por tanto de una tecnología que actualmente se encuentra en los inicios de un posible desarrollo comercial, y en la cual España cuenta con unas favorables condiciones de partida debido a la importante trayectoria tecnológica que se ha llevado a cabo mediante proyectos de investigación y desarrollo y a los recursos disponibles. También cabe destacar el apoyo vía prima disponible y la presencia de empresas interesadas en el desarrollo tecnológico del sector y la promoción de proyectos.

En el contexto internacional se vienen llevando a cabo desde distintos estamentos iniciativas para conseguir el lanzamiento de la energía solar termoeléctrica. Entre ellos se encuentra la Iniciativa de Mercado Global (GMI) cuya finalidad es conseguir que en el año 2014 existan en el mundo plantas que totalicen 5.000 MW.

Desde el punto de vista tecnológico se describen y comentan las características de cada una de las posibilidades que se agrupan en este sector energético, así como sus peculiaridades medioambientales.

Del análisis económico, se establece la factibilidad que al día de hoy presentan estos proyectos. Se indica la favorable reacción que está existiendo por parte del sector industrial que permite establecer objetivos más ambiciosos y que situarán a España en una posición de liderazgo desde el punto de vista empresarial y de aplicación.

3.4.1. Situación en el mundo

En Europa, en 1997, la Comisión de las Comunidades Europeas elabora el Libro Blanco para una Estrategia Común y un Plan de Acción para las Energías Renovables. Estos documentos planteaban el objetivo general de cubrir con energías renovables el 12% de la energía primaria demandada en el global de la Unión Europea en el año 2010.

En energía solar termoeléctrica las primeras experiencias datan de hace poco más de 20 años, cuando se empezaron a poner en servicio las primeras instalaciones experimentales en el mundo. En la Unión Europea destaca España por los proyectos llevados a cabo en la Central Solar de Almería, y a nivel mundial EE.UU. con más de 360 MW instalados, todos en tecnología cilindro-parabólica. Sin embargo, desde principios de los años 90 no se han puesto en marcha nuevas plantas solares termoeléctricas.

No obstante, la energía solar termoeléctrica puede ser una de las tecnologías que se vean más favorecidas por la búsqueda global de soluciones energéticas limpias, fruto de acuerdos internacionales para el desarrollo acelerado de tecnologías limpias sobre todo en cuanto a emisiones de dióxido de carbono.

En este contexto, es una opción que está empezando a ser considerada por importantes actores en el campo de las inversiones energéticas en los países en vías de desarrollo, como son el Banco Europeo de Inversiones (EIB), el Global Environment Facility (GEF) del Banco Mundial, etc. El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) del Banco Mundial está financiando proyectos en la India, Marruecos, Egipto y Méjico que se espera que entren en funcionamiento en los próximos años. Además de los proyectos en estos países se están realizando estudios de viabilidad en diversos países dispersos en diferentes continentes como Brasil, Malta, Namibia y Jordania.

En los Estados Unidos, la Asociación de la Industria de Energía Solar (SEIA) y el Ministerio de Energía han participado en la creación de Zonas de Empresas Solares en los estados más soleados, como Arizona y Nevada, con el objetivo de ayudar a que las empresas privadas ejecuten grandes proyectos (1000 MWe en un periodo de siete años).

En la primera Conferencia Internacional sobre Energía de Concentración Solar (Berlín, 2002) se debatió la Iniciativa de Mercado Global (GMI), para desarrollar y expandir la instalación de plantas de concentración solar. Esta estrategia, para la introducción de esta tecnología en el mercado, fue publicada como la Declaración de Berlín.

En la segunda Conferencia Internacional, celebrada en Palm Springs (California) en octubre de 2003, se lanzó definitivamente la Iniciativa de Mercado Global (GMI), con el objetivo de facilitar la construcción de plantas de concentración solar hasta alcanzar una potencia total de 5.000 MW durante los próximos 10 años. Esta iniciativa representa la más amplia acción coordinada para el desarrollo de la energía solar termoeléctrica.

Una de las barreras más importantes para el desarrollo de las tecnologías de concentración solares es la falta de conocimientos actualizados sobre la tecnología por parte de autoridades gubernativas, políticos, inversores e incluso muchas empresas del sector energético. La iniciativa del GMI va encaminada a difundir el conocimiento y crear un adecuado marco político de manera que la velocidad de entrada en una etapa comercial de estas tecnologías se acelere. En este sentido los objetivos globales de incremento de 5000 MWe en los próximos diez años serían la base para que estas tecnologías incrementasen su rentabilidad y fuesen más competitivas en el mercado energético.

Para alcanzar este objetivo en el año 2010 se deberían superar los 1000 MWe instalados y en el año 2012 estar próximos a los 3000 MWe. Actualmente hay en el mundo aproximadamente 10 proyectos en desarrollo que totalizan 1000 MWe de potencia con tecnologías de concentración.

En el ámbito español, producir energía termoeléctrica en proyectos comerciales va a comenzar a ser una realidad. Hace aproximadamente 20 años que se empezó a trabajar en los desarrollos que van a hacerlo posible, a los que ahora hay que unir la existencia de un marco económico-legislativo favorable.

En España el apoyo definitivo a la viabilidad de los proyectos de energía solar de concentración para la producción de energía eléctrica se ha producido con el Real Decreto 436/2004. Este Real Decreto, además de asegurar las condiciones económicas para la vida útil de la central, ha elevado el precio de la energía eléctrica producida, con lo que los proyectos que se estaban madurando en los últimos años en España pueden comenzar a hacerse realidad, pudiéndose considerar que actualmente están en ejecución 3 proyectos que totalizarían una potencia de 110 MW.

En Italia en el año 2001, el parlamento Italiano asignó 110 millones de euros para un programa de desarrollo y demostración de tecnologías de concentración solar, lo que ha lanzado la actividad actual en el área. Existe un proyecto de colectores cilíndrico parabólicos de 40 MW.

En Grecia existe un proyecto en Creta, también de colectores cilíndrico parabólicos de 50 MW que recibió ayuda del V Programa Marco de la Unión Europea.

3.4.2. Análisis del Área Solar Termoeléctrica

Partiendo del compromiso introducido en la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico, se elaboró el Plan de Fomento de las Energías Renovables, aprobado por el Consejo de Ministros de 30 de diciembre de 1999, definiendo 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.

El año 1999 (fecha de referencia para el Plan de Fomento) dio comienzo el Plan sin que existiese ninguna planta termoeléctrica en funcionamiento. Durante los últimos seis años se ha tenido que construir el marco económico y legislativo adecuado para que empezasen a promoverse los proyectos que actualmente están iniciando la fase de ejecución, no existiendo a finales del año 2004 proyectos comerciales en explotación.

3.4.2.1. Situación actual

A finales del 2004, no se ha puesto en marcha en España ningún proyecto de energía solar termoeléctrica.

Actualmente en el mundo no existen mas proyectos comerciales en operación que las plantas de captadores cilindro parabólicos existentes en Mojave (California).

En España en el ámbito de la investigación trabaja la Plataforma Solar de Almería, como único centro con experiencia en proyectos termoeléctricos de alta temperatura entre los que destacan una Central de Torre de 7 MW térmicos y 1,2 MW eléctricos. Además se encuentran instalados otros sistemas termoeléctricos, como una central de colectores cilindro-parabólicos y sistemas disco-parabólicos.

En España con el escenario actual, definido por el RD 436/2004 con la limitación de 200MW, y sin ningún tipo de medida adicional, a pesar de las dificultades tecnológicas y de suministro de componentes de estos primeros proyectos, existen iniciativas avanzadas para realizar instalaciones con esta tecnología.

Las tecnologías utilizadas serían la de agua sobrecalentada para torre central y de tubos de aceite para las plantas cilindro parabólicas. La primera piedra de la planta PS10 de Sanlúcar Solar, S.A (Sevilla) fue colocada a finales de junio de 2004. Junto con las plantas Andasol I y II, suman 110 MW. Además existen otras iniciativas en fase de promoción que totalizan 325 MW.

Las características técnicas de estos proyectos son las que se resumen a continuación:

Proyectos en ejecución

ANDASOL I y ANDASOL II

Proyectos de 50MW promovidos por la empresa ACS-Cobra junto con la empresa Milenio Solar S.A., con un presupuesto estimado de 240 millones de € por proyecto.

Se trata de una planta con colectores cilindro-parabólicos que se instalará en la comarca del Marquesado, entre Almería y Granada.

Utilizará el diseño de colector Eurotrough ensayado en la Plataforma Solar de Almería, con pequeñas modificaciones.

El campo solar utilizará aceite (Therminol VP-1) como fluido de trabajo y dispondrá de un almacenamiento de energía térmica capaz de mantener funcionando la planta a plena carga durante 6-9 horas. El almacenamiento se realizará mediante sales fundidas.

PS 10

El proyecto termoeléctrico PS10 promovido por Abengoa consiste en una central de producción eléctrica mediante el sistema de torre central.

Es la primera planta de estas características que se espera que entre en explotación comercial. Este proyecto lleva asociado un importante riesgo tecnológico.

La ubicación de la planta es Sanlúcar la Mayor (Sevilla), y la potencia es 11 MWe (producción prevista 23 GWh/a).

La planta se encuentra iniciando los trabajos de obra civil, ultimando la ingeniería de detalle y cerrando el suministro.

Proyectos en promoción

PS20

Proyecto que combina las tecnologías de torre (13 MW) y la cilíndrico- parabólica (7 MW) de generación directa de vapor. Inicio previsto 2006.

Aznalcóllar 20 MW.

Proyecto de las mismas características de la PS 20. Inicio previsto 2007.

Aznalcóllar TH

Planta solar térmica de 80 kWe con tecnología de discos parabólicos.

Solnova 50 MW

Planta de tecnología cilíndrico-parabólica con generación directa de vapor

Estas Plantas se encuentran en su mayoría en el mismo emplazamiento que la PS 10 y están siendo promovidas por Abengoa.

IBERSOL SEVILLA, IBERSOL CIUDAD REAL, IBERSOL BADAJOZ, IBERSOL MURCIA, IBERSOL ZAMORA

Proyectos promovidos por Iberdrola con un presupuesto estimado de 210 millones de € por proyecto. Se trata de plantas con colectores cilindro parabólicos.

Utilizará el diseño de colector Eurotrough ensayado en la Plataforma Solar de Almería, con pequeñas modificaciones.

El campo solar utilizará aceite como fluido de trabajo y dispondrá de un almacenamiento de energía térmica capaz de mantener funcionando la planta a plena carga durante 6,8 horas. El almacenamiento se realizará mediante sales fundidas.

Estos proyectos (excepto el de Zamora) tienen concedido el REPE provisional.

Generación Directa Vapor (5 MW)

Instalación de demostración pre-comercial de 5 MW de potencia en las cercanías de la Plataforma Solar de Almería, basada en las conclusiones del proyecto DISS (Direct Solar Stream) europeo realizado en las instalaciones del CIEMAT.

Este sistema de generación eléctrica supone un gran avance tecnológico ya que al eliminar el aceite se reduce la inversión y los costes de mantenimiento y se mejora la eficiencia. Es además una tecnología desarrollada en España.

Utilizará el diseño de colector Eurotrough ensayado en la Plataforma Solar de Almería modificado.

3.4.2.2. Recursos

La radiación solar global consta de tres componentes: radiación directa, difusa y reflejada. La radiación solar directa es la fracción de la radiación que tiene una trayectoria bien definida: la que une el sol con un punto determinado de la superficie terrestre. Dado su carácter vectorial puede ser concentrada por lentes o reflectores y constituye la base de las tecnologías de concentración. Esta componente puede significar el 90% de la radiación global en días claros o ser nula en días totalmente cubiertos.

Conocer los recursos en tecnologías de concentración supone tener datos de la radiación directa. La medida de la radiación directa es costosa y compleja, por lo que son pocas las estaciones meteorológicas que disponen de datos. Normalmente se emplean modelos que estiman la radiación directa a partir de otras variables meteorológicas o se puede extraer de los datos de satélites.

La realización de proyectos de solar termoeléctrica supone la realización de un trabajo previo detallado de medidas de las diferentes componentes de la radiación debido a la gran incidencia del recurso sobre la viabilidad del proyecto.

3.4.2.3. Aspectos Tecnológicos

La energía solar termoeléctrica se clasifica en sistemas de media temperatura y sistemas de alta temperatura. Las centrales de media temperatura, desarrolladas a nivel comercial y para las cuales se cuenta con experiencia real de funcionamiento, corresponden a centrales con colectores cilindro-parabólicos.

Los aprovechamientos de alta temperatura se realizan mediante centrales de torre y centrales de generadores discoparabólicos, y aunque están menos desarrollados que los cilindro-parabólicos, el grado de avance de la tecnología de torre permitiría realizar proyectos con el carácter de demostración.

Las centrales de torre y los colectores cilíndrico-parabólicos son más apropiados para proyectos de gran tamaño conectados a red, en el rango de 30 - 200 MW, mientras que los sistemas disco-parabólicos son modulares y pueden ser usados en aplicaciones individuales o en grandes proyectos.

A continuación se describen las principales características de las distintas tecnologías:

Centrales de Colectores Cilindroparabólicos (Media Temperatura)

Están formados por colectores de espejo que reflejan la radiación sobre un tubo situado en la línea focal, el cual contiene el absorbente y el fluido caloportador. El fluido es calentado hasta 400°C, con relaciones de concentración solar entre 15 y 50, produciendo vapor sobrecalentado que alimenta una turbina convencional que genera electricidad. Es necesario disponer de sistema de seguimiento solar en un eje.

Las plantas de colectores cilíndrico-parabólicos son una tecnología probada, más madura y por tanto utilizable a corto plazo, que han estado esperando las condiciones adecuadas para desarrollarse.

En la actualidad, aunque no es un elemento que suponga una gran aportación tecnológica, solo existe una empresa fabricante de los reflectores.

Respecto al tubo absorbedor, al día de hoy solo existen dos empresas en el mundo que tienen experiencia y comercializan la tecnología. Varias empresas españolas han participado y poseen la tecnología obtenida a través del proyecto de Eurocolector o EuroTrough.



Figura 1. Instalación de colectores Cilindroparabólicos

Centrales de Torre (Alta Temperatura)

Formados por un campo de helióstatos que, mediante el seguimiento solar en dos ejes, reflejan la radiación sobre un intercambiador de calor situado en la parte superior de una torre central. Existen varias tecnologías posibles para el receptor, generándose electricidad mediante un ciclo de vapor.

Las centrales de torre requieren que se demuestre la operatividad y condiciones de mantenimiento de la tecnología, con especial incidencia en lo que se refiere a receptores.

Se han ensayado distintas tecnologías de receptores para diferentes fluidos de trabajo, con resultados dispares. Al día de hoy sólo parecen admisibles las soluciones más conservadoras tales como el vapor sobrecalentado. Otro elemento muy importante que limita esta tecnología es el coste de los heliostatos.



Figura 2. Plataforma Solar Almería CESA-1

Generadores Solares Disco-Parabólicos (Alta Temperatura)

Consisten en un conjunto de espejos que forman una figura disco-parabólica que siguen al sol en dos ejes con gran precisión y en cuyo foco se dispone el receptor solar en el que se calienta el fluido. El fluido es calentado hasta 750 °C y para generar electricidad, actualmente se consideran motores Stirling o turbinas Brayton.

Los sistemas disco-parabólico requieren el desarrollo industrial de los motores, actualmente sólo suministrado por ciertos talleres prácticamente artesanales. Según ciertas estimaciones el desarrollo industrial de esta tecnología supondría un abaratamiento muy relevante.

Comparativa de las diferentes tecnologías

Las centrales de torre y los colectores cilíndrico-parabólicos son más apropiados para proyectos de gran tamaño conectados a red, en el rango de 30 - 200 MW, mientras que los sistemas disco-parabólicos son modulares y pueden ser usados en aplicaciones individuales o en grandes proyectos.

Un reflejo del distinto grado de madurez tecnológica de las distintas tecnologías lo constituyen los actuales proyectos en desarrollo. Mientras que se pueden enumerar 12 proyectos con tecnología cilíndrico parabólica en distintas partes del mundo que totalizarían más de 500 MW de capacidad solar, los únicos proyectos de Torre son los que se planean en España.

Respecto a los sistemas de disco parabólico existen unidades en USA y España y hay un gran interés en el desarrollo de esta tecnología en China.

Para las tres tecnologías, un aspecto fundamental es el grado de incidencia que pueda tener sobre los costes de inversión el desarrollo industrial en la implantación de centrales termosolares. Quedan incertidumbres sobre cuando estas tecnologías podrán lograr la necesaria reducción y la disponibilidad de mejoras, pero las perspectivas son muy favorables.

Por otro lado no existen criterios claros respecto a aspectos básicos de las plantas tales como fluido de trabajo, sistema y capacidad de almacenamiento, ciclo termodinámico etc.

3.4.2.4. Aspectos Normativos

El RD 436/2004 fija un marco económico suficientemente favorable para el desarrollo de la energía solar termoeléctrica, aunque limita las condiciones de retribución estableciendo un máximo de 200 MW.

Adicionalmente, el *RD 2351/2004 de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico*, autoriza la utilización de gas para el mantenimiento de la temperatura para compensar la falta de irradiancia que pueda afectar a la entrega prevista. La generación a partir de gas podrá ser el 12 % si se vende a precio fijo y del 15% si se acude al mercado. Estas condiciones refuerzan la operatividad y viabilidad de los proyectos.

3.4.2.5. Aspectos medioambientales

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

La gran ventaja de la energía solar termoeléctrica es poder producir electricidad de la misma forma que las centrales convencionales, pero utilizando como energía primaria la radiación solar concentrada. Se trata de una tecnología que puede producir grandes cantidades de energía y contribuir de una manera significativa al abastecimiento energético, es decir avanzar en la satisfacción de las necesidades energéticas para el desarrollo del mundo sin destruirlo agotando sus reservas o cambiando el clima.

No existen impactos sobre el medio físico, ni sobre la calidad del aire, ni sobre los suelos; tampoco se provocan ruidos ni se afecta a la hidrología existente. Tampoco entraña ningún riesgo para la seguridad.

En términos generales 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 también existen diferencias entre tecnologías. Mientras que en las centrales de colectores cilindroparabólicos la ocupación es de aproximadamente una hectárea por MW, para los proyectos de torre central este ratio se multiplica por 6-8.

Nuevas tecnologías como los colectores lineales de Fresnel podrían 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 termoeléctrica no entraña dificultades por lo que podríamos hablar de reversibilidad y la mayoría de los materiales que se utilizan en la en las plantas (acero, cristal, etc.) se pueden reciclar.

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

3.4.2.6. Aspectos económicos

Las tres tecnologías, por su baja rentabilidad, precisan elevadas primas para poder dar viabilidad a los proyectos.

Para las tres tecnologías, un aspecto fundamental es el grado de incidencia que pueda tener sobre los costes de inversión el desarrollo industrial en la implantación de centrales termosolares y en la fabricación a escala comercial de algunos de sus componentes específicos. Quedan incertidumbres sobre cuando estas tecnologías podrán lograr la necesaria reducción y la disponibilidad de mejoras, pero las perspectivas son muy favorables.

El coste de la electricidad solar térmica tiene un cierto margen de disminución por los efectos combinados de desarrollo de mercado, nuevas generaciones de tecnologías y disminución de los costes de operación y mantenimiento por efecto del aprendizaje. Un ejemplo de esta disminución de costes lo constituye ya la disminución de los costes de capital instalados de los sistemas SEGS en California.

La experiencia adquirida en Europa y en Estados Unidos con tecnologías de concentración permite dar datos de costes en la situación actual. Por tecnologías, las centrales de Torre requieren inversiones algo menores que las cilindro-parabólicas.

A continuación se presenta una distribución estimada de la inversión de las plantas cilíndrico-parabólicas con almacenamiento y de las centrales de torre.

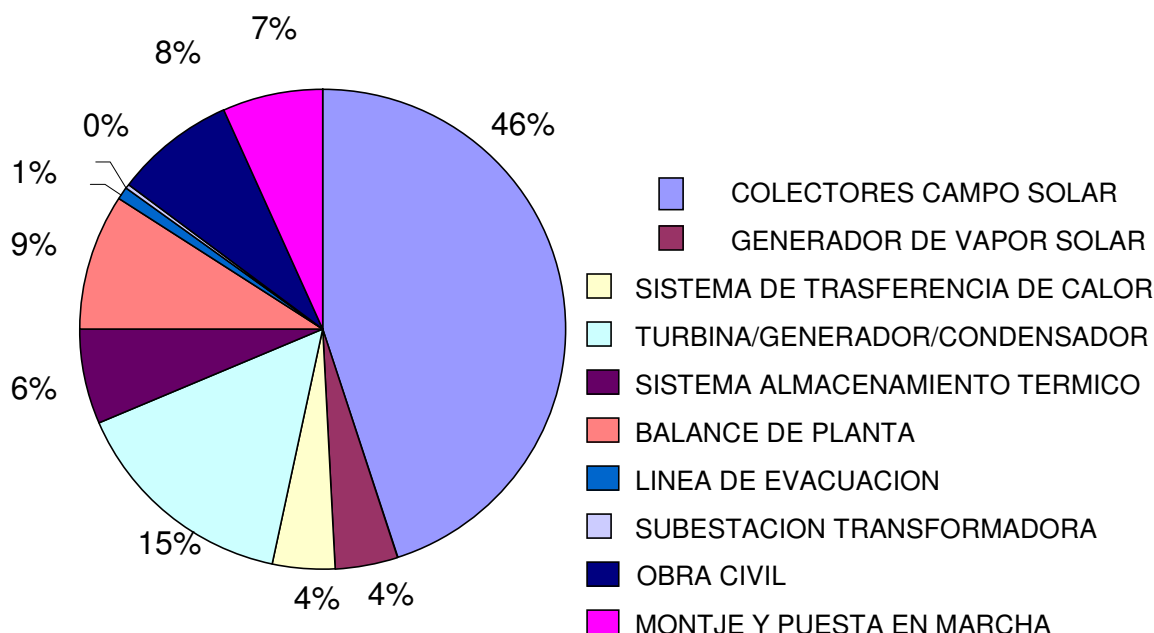


Figura 3. Desglose de costes en instalaciones cilindro-parabólicas

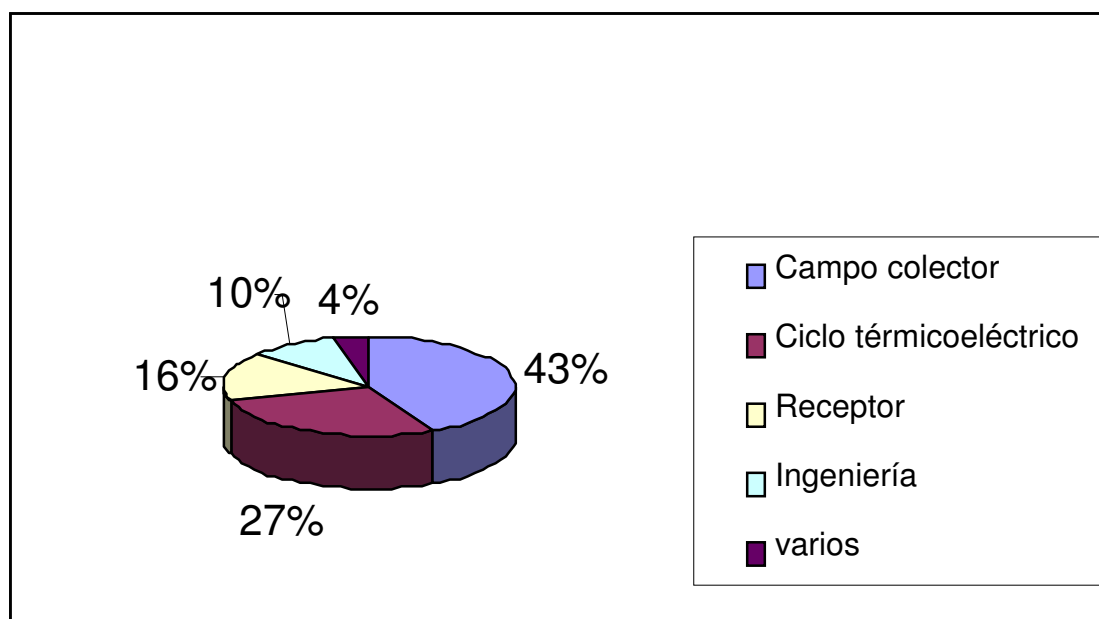


Figura 4. Desglose de costes en instalaciones de torre

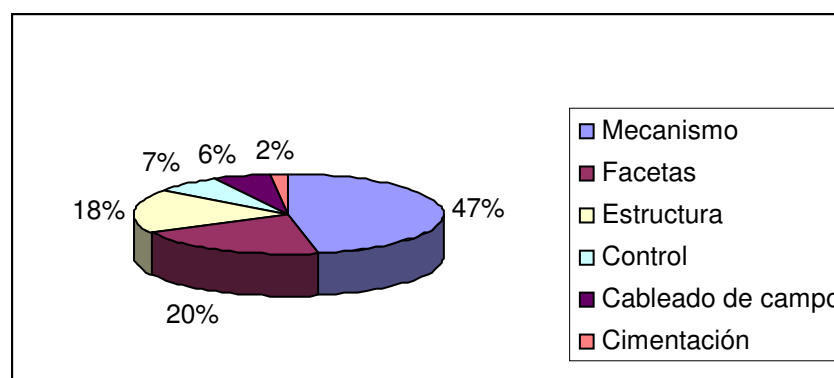


Figura 5. Desglose de costes de un heliostato de una central de torre

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 la cabecera del siguiente cuadro, y a continuación se resumen los datos principales que sirven de base para calcular los costes de generación.

DATOS GENERALES	CENTRAL DE COLECTORES CILINDRO-PARABÓLICOS
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	Disminución en un 20% a lo largo del periodo

CASO TIPO	CENTRAL DE COLECTORES CILINDRO-PARABÓLICOS
Potencia nominal de la planta	50 MWp
Horas equivalentes de funcionamiento	2.596 horas/año
Inversión unitaria por kWp instalado (2005)	5.000 €/kW
Precio unitario de venta de energía (2005)	300% de TMR: 21,9912 c€/kWh
Gastos operación y mantenimiento (2005)	4,24 c€/kWh. 19,28% 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 6. Caso tipo para el cálculo de los costes de generación

Se muestra el coste de generación en el área solar termoeléctrica, considerando para el cálculo el caso de una planta cilindro-parabólica.

En el primer caso se ha considerado como caso favorable 2.855 horas equivalentes de funcionamiento, y como caso desfavorable 2.336 horas equivalentes de funcionamiento. Con estas consideraciones se obtiene un margen de coste, para el año 2005 y para el año 2010.

Coste de generación área Solar termoeléctrica (c€/kWh)

AÑO	COSTE
2005	20,0 - 23,5
2010	17,1 - 19,9

Nota: Se considera una planta cilindro-parabólica.

Caso favorable: 2.855 horas equivalentes.

Caso desfavorable: 2.336 horas equivalentes.

Figura 7. Coste de generación para área termoeléctrica

3.4.2.7. Barreras

A falta de un cierto desarrollo comercial que sin duda llevará aparejado la aparición de nuevos obstáculos y sin entrar en las barreras que son comunes a las plantas de generación de esta escala, como la existencia de redes de evacuación etc., las principales dificultades que se identifican actualmente son

Barreras en el aprovechamiento del recurso solar para concentración

Salvo excepciones no existen datos de radiación directa disponibles.

Las plantas termoeléctricas aprovechan la radiación directa por lo que al no existir datos se parte de estimaciones para elegir los posibles emplazamientos, para posteriormente pasar por un periodo de medidas.

Barreras económicas

Necesidad de ayudas a la inversión para los primeros proyectos.

Los primeros proyectos que se están promoviendo están apoyados por la Unión Europea, el programa PROFIT del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y la Comunidad Autónoma donde se implantan.

Poca precisión en la valoración de los primeros proyectos, lo que conduce al encarecimiento de los mismos.

A la hora de valorar los proyectos existe incertidumbre sobre los posibles suministradores y sus precios. Al no existir desarrollo comercial la negociación de los precios con los suministradores puede dar como resultado grandes variaciones en los precios, ya que no existen precios de referencia a escala comercial.

Incertidumbre frente a las entidades que puedan ser fuentes de financiación.

Las entidades financieras no conocen esta tipología de proyectos al no existir ningún proyecto en Europa, por lo que la búsqueda de financiación es un problema importante debido al riesgo financiero de acometer la inversión con la garantía del propio proyecto.

Barreras tecnológicas

Las principales barreras que se detectan en este sector derivan de la falta de experiencia a nivel comercial. Esta falta de experiencia acarrea diferentes efectos, entre los que se pueden destacar:

Dudas respecto a aspectos técnicos básicos tales como el almacenamiento, fluido de trabajo, etcétera.

Existen determinados aspectos técnicos sobre los que no existe suficiente experiencia, lo que incrementa las dificultades tecnológicas de las primeras plantas de orientación comercial.

Falta de empresas especializadas dedicadas a la fabricación de componentes esenciales.

Existen muy pocas empresas capaces de fabricar los componentes esenciales de las plantas como son los tubos absorbedores y los espejos de los colectores cilíndrico parabólicos.

Además la capacidad de fabricación de los existentes es baja, lo que limita el suministro de proyectos que se ejecuten en el mismo periodo de tiempo.

Barreras normativas

Escasa reglamentación para este tipo de tecnología, lo que dificulta los trámites administrativos, como por ejemplo la obtención del punto de conexión.

La tramitación de estos proyectos es difícil y larga.

Limitación de las primas y tarifas actuales hasta que se alcancen 200 MW

El RD 436 establece el límite de 200 MW el cual supone una limitación del desarrollo del sector ya que existen proyectos en ejecución que totalizan 110 MW y en fase de tramitación de permisos 325 MW.

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

ÁMBITO DE APLICACIÓN	BARRERAS
Aprovechamiento del Recurso Solar:	Salvo excepciones no existen datos de radiación directa disponibles.
Aspectos económicos:	Necesidad de ayudas a la inversión para los primeros proyectos.
	Poca precisión en la valoración de los primeros proyectos, lo que conduce al encarecimiento de los mismos.
	Incertidumbre frente a las entidades que puedan ser fuentes de financiación
Aspectos normativos:	Escasa reglamentación para este tipo de tecnología, lo que dificulta los trámites administrativos.
	Limitación de las primas y tarifas actuales hasta que se alcancen 200 MW
Aspectos tecnológicos	Dudas respecto a aspectos técnicos básicos tales como el almacenamiento, fluido de trabajo, etcétera.
	Falta de empresas especializadas dedicadas a la fabricación de componentes esenciales

Figura 8. Barreras detectadas en área termoeléctrica

3.4.3. Medidas

Si los proyectos actualmente en ejecución (PS10 y Andasol) encuentran continuidad a través de un incremento del límite del marco legal hasta 500 MW, se estima que se alcanzaría la potencia sin ningún otro tipo de medida adicional.

Se estima que para ese volumen fijado mediante la modificación del RD 436/2004, si el mercado a nivel mundial experimenta el crecimiento esperado, se producirá la entrada de nuevos fabricantes de los componentes específicos, es decir espejos y quizás tubos absorbedores.

En este escenario se comenzarían a utilizar tecnologías de tubos de generación directa de vapor y a optimizarse el diseño del resto de los componentes solares. Se comenzaría a apreciar una cierta disminución de los costes.

Las medidas para alcanzar este objetivo de los 500 MW de potencia nominal en centrales termoeléctricas son básicamente:

- Promover medidas de radiación solar directa.
- Mantenimiento de las condiciones del R.D. 436/2004, incrementando el límite del marco legal hasta 500 MW, y del R.D. 2351/04.
- Promover legislación específica para el área
- Aplicación de apoyos públicos a la inversión por valor de 6,2 millones de € aplicados a los proyectos actualmente en ejecución (PS10 y Andasol) .
- Apoyo a la realización de proyectos de demostración.
- Promover la creación de industria de componentes para el sector.

El siguiente cuadro resume las medidas planteadas asociadas a las barreras que pretenden eliminar:

BARRERAS	MEDIDAS	RESPONSABLE	COSTE	CALENDARIO
Salvo excepciones no existen datos de radiación directa disponibles	Promover medidas de radiación solar directa	Instituto Nacional de Meteorología	Pendiente de Evaluación	2006-2007
Necesidad de ayudas a la inversión para los primeros proyectos	Aplicación de apoyos públicos a los primeros proyectos..	UE, CCAA,	6,2 M€	2005-2010
Poca precisión en la valoración de los primeros proyectos, lo que conduce al encarecimiento de los mismos.	Apoyo a la realización de proyectos de demostración	IDAE, CIEMAT	Pendiente de Evaluación	2005-2010

Figura 9. Medidas correctoras para las barreras detectadas

BARRERAS	MEDIDAS	RESPONSABLE	COSTE	CALENDARIO
Incertidumbre frente a las entidades que puedan ser fuentes de financiación.	Apoyo a la realización de proyectos de demostración.	IDAE, CIEMAT	Pendiente de Evaluación	2005-2010
Escasa reglamentación para este tipo de tecnología, lo que dificulta los trámites administrativos.	Promover legislación específica para el área.	IDAE	SIN COSTE	2005-2010
Limitación de las primas y tarifas actuales hasta que se alcancen 200 MW.	Mantenimiento de las condiciones del R.D. 436/2004, incrementando el límite del marco legal hasta 500 MW, y del R.D. 2351/04.	MITYC	559,5 M€	2005-2010
Dudas respecto a aspectos técnicos básicos tales como el almacenamiento, fluido de trabajo, etcétera.	Apoyo a la realización de proyectos de demostración.	IDAE, CIEMAT	Pendiente de Evaluación	2005-2010
Falta de empresas especializadas dedicadas a la fabricación de componentes esenciales.	Apoyo a la realización de proyectos de demostración.	IDAE, CIEMAT	Pendiente de Evaluación	2005-2010
	Promover la creación de industria de componentes para el sector.	MITYC, CIEMAT	Pendiente de Evaluación	2005-2010

Figura 9 (Continuación). Medidas correctoras para las barreras detectadas

3.4.4. Objetivos 2010

Existen perspectivas e iniciativas suficientes, por parte de empresas de reconocida capacidad, para llegar a instalar 500 MW. Las razones que fundamentan esta propuesta son:

- Existencia de recursos solares en España muy favorables para el desarrollo de esta tecnología.
- Existencia 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 de industrial y comercial.

Por otro lado, el R.D 436/2004, con sus primas, ha estimulado nuevos proyectos. Actualmente y 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 por una potencia de alrededor de 500 MW.

3.4.4.1. Potencia y datos energéticos

La modificación de objetivos respecto al Plan de Fomento realizada por algunas comunidades autónomas ha ampliado a 405 MW la previsión de la potencia a instalar para el año 2010. Esta ampliación se debe a la modificación en Andalucía y en Murcia introducida por sus Planes Energéticos.

La previsión de objetivos considerando los planes de las Comunidades Autónomas se muestra en la tabla de la figura 10.

COMUNIDAD AUTÓNOMA	POTENCIA (MW)	AÑO	DOCUMENTO SOPORTE
ANDALUCÍA	230	2010	PLEAN
ARAGÓN			
ASTURIAS			
BALEARES			
CANARIAS	25	2010	PLAFER
CANTABRIA			
CASTILLA Y LEÓN			
CASTILLA - LA MANCHA	50	2010	PLAFER
CATALUÑA			
EXTREMADURA	25	2010	PLAFER
GALICIA			
MADRID	25	2010	PLAFER
MURCIA	50	2012	Objetivos de Planificación Energética
NAVARRA			
LA RIOJA			
COMUNIDAD VALENCIANA			
PAÍS VASCO			
TOTAL (MW)	405		

Figura 10. Objetivos termoeléctricos de las Comunidades Autónomas

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

Por otro lado, en todas las CCAA que aparecen con objetivo en el cuadro, existen iniciativas realizadas por diferentes promotores.

Teniendo en cuenta la promoción de estos proyectos en las diferentes regiones de España, se plantea, a modo indicativo, una distribución por Comunidades Autónomas del objetivo global previsto en la figura 11.

COMUNIDAD AUTÓNOMA	POTENCIA (MW)
ANDALUCÍA	300
ARAGÓN	
ASTURIAS	
BALEARES	
CANARIAS	
CANTABRIA	
CASTILLA Y LEÓN	50
CASTILLA - LA MANCHA	50
CATALUÑA	
EXTREMADURA	50
GALICIA	
MADRID	
MURCIA	50
NAVARRA	
LA RIOJA	
COMUNIDAD VALENCIANA	
PAÍS VASCO	
TOTAL	500 MW

FUENTE: IDAE

Figura 11. Solar termoelectrica. Objetivos 2010

Con la consecución de estos objetivos y el desarrollo industrial que llevará aparejado, España se convertirá en líder en esta tecnología, además de en el campo de la investigación, como lo es en el momento actual, en el de las realizaciones de plantas comerciales.

La evolución anual prevista de la potencia nueva a instalar dentro del periodo 2005-2010 es la siguiente:

AÑO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL 2005-2010
POTENCIA ANUAL (MW)	0	10	40	150	150	150	500

Figura 12. Evolución anual prevista de potencia instalada

Este crecimiento de la potencia termoelectrica en el periodo considerado solo es posible si se produce rápidamente el cambio legislativo necesario para eliminar la limitación a 200 MW para obtener las primas consideradas actualmente.

A este respecto hay que considerar que se trata de proyectos grandes, en muchas ocasiones en torno a 50 MW, que tienen un plazo de ejecución de al menos 18 meses y que previamente han tenido que obtener todos los permisos.

La siguiente tabla refleja los resultados energéticos previstos en lo relativo producción con plantas termoeléctricas:

AÑO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL 2005-2010
PRODUCCION (MWh)	0	25.960	129.800	519.200	908.600	1.298.000	2.881.560

Figura 13. Evolución anual prevista de producción eléctrica (MWh)

Como puede observarse con el objetivo previsto de 500 MW se producirían 1.298 GWh en el año 2010 y 2.882 GWh en el periodo 2005-2010.

3.4.4.2. Emisiones evitadas y generación de empleo

La siguiente tabla muestra las emisiones evitadas de CO₂ únicamente en el año 2010, debido al incremento de potencia DE 500 MW previsto, y tomando como referencia una Central de Ciclo Combinado con Gas Natural para generación eléctrica, con un rendimiento de central del 54 %, que emitiría 372 tCO₂ por GWh producido:

	AREA SOLAR TERMOELÉCTRICA
EMISIONES CO₂ EVITADAS (tCO₂)	482.856
GENERACIÓN DE EMPLEO (Hombres-año)	23.199 (*)

(*)Fuente: ESTIA y datos propios.

Figura 14. Emisiones evitadas y generación de empleo en 2010

En la misma tabla se indica la generación de empleo estimada a finales de 2010 para dicho incremento de potencia solar termoeléctrica. Para ello se ha utilizado el ratio de 44,4 empleos equivalentes (empleos directos generados a tiempo completo, 1800 h anuales y 35 h semanales) creados por MW de potencia instalada, más 2 empleos equivalentes por MW en las fases de operación y mantenimiento.

3.4.4.3. Inversiones Asociadas

Se ha considerado un precio medio de las plantas de 5000 € /kW instalado hasta el año 2007 bajando posteriormente hasta 4000 €/kW instalado en el año 2010.

En este precio medio se considera que la mayoría de las plantas que se ejecuten serán cilíndrico-parabólicas con la tecnología más probada, es decir utilizando aceite como fluido de transferencia.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL 2005-2010
INVERSION ANUAL (k€)	0	50.000	200.000	675.000	637.500	600.000	2.162.500

Figura 15. Inversiones anuales en el periodo 2005-2010 (Miles de euros)

3.4.4.4. Ayudas Públicas

El apoyo público se refiere por una parte a las ayudas a la inversión únicamente considerada para los primeros proyectos y por otra a las primas establecidas dentro del marco establecido para el régimen especial por el Real Decreto 436/2004.

Con estas consideraciones, la tabla de resultados sería la que a continuación se expone:

		2005	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL 2005-2010
APOYO PÚBLICO A LA EXPLOTACIÓN	(k€)	0	4.824	24458	99202	176033	254997	559.514
APOYO PÚBLICO A LA INVERSIÓN	(k€)	0	1.200	0	5.000	0	0	6.200

Figura 16. Apoyo público en el periodo 2005-2010 (Miles de euros)

3.4.5. Sector industrial

Durante las últimas décadas, en España se viene realizando un notable esfuerzo en proyectos de innovación, llevados a cabo por empresas y por entidades de investigación, y que han tenido como elemento más relevante la Plataforma Solar de Almería.

Esta situación posiciona a España en las mejores condiciones para afrontar nuevos objetivos en el campo de la propia innovación y mantener una posición ventajosa en cuanto a nuestra competitividad internacional en esta tecnología

La Plataforma Solar de Almería (PSA), perteneciente al Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), es el mayor centro de investigación, desarrollo y ensayos de Europa dedicado a las tecnologías solares de concentración. La PSA desarrolla sus actividades integrada como una línea de I+D dentro de la estructura del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT.

La PSA tiene instalaciones y trabaja en proyectos de energía solar de alta y media temperatura.

Respecto a alta temperatura y tecnología de receptor central los principales proyectos son:

La instalación CESA-I de 7 MWt

El proyecto CESA-I fue promovido por el Ministerio de Industria y Energía de España e inaugurado en mayo de 1983 para demostrar la viabilidad de las plantas solares de receptor central y para permitir el desarrollo de la tecnología necesaria. En la actualidad CESA-I opera, con un alto como una instalación de ensayo de componentes y subsistemas como heliostatos, receptores solares, sistemas de almacenamiento térmico y control. También es utilizada para otras aplicaciones que requieran altas concentraciones fotónicas sobre superficies relativamente grandes, como es el caso de procesos químicos de reformado de metano, tratamiento superficial de materiales o experimentos astrofísicos.

La instalación capta la radiación solar directa por medio de un campo de 300 heliostatos y la torre es de hormigón y tiene una altura de 80 m.

La instalación dispone de una turbina de ciclo Rankine de doble etapa y de 1,2 MW diseñada para operar a 520°C y 100 bar de presión del vapor sobrecalentado.

La instalación SSPS-CRS de 2,7 MWt

La planta SSPS-CRS fue inaugurada como parte del proyecto SSPS (Small Solar Power Systems) de la Agencia Internacional de la Energía en septiembre de 1981. Al principio era una planta de demostración para producción de electricidad y utilizaba un receptor refrigerado por sodio líquido que era además utilizado como medio de almacenamiento térmico. Actualmente, es una instalación de ensayos dedicada fundamentalmente al ensayo de pequeños receptores solares en el rango de 200-350 kW de potencia térmica.

El campo de helióstatos está formado por 91 unidades de primera generación de 39,3 m² de superficie cada una. Existe un segundo campo con 20 helióstatos de 52 m² y 65 m² en la zona norte controlado por radio que puede también ser utilizado como apoyo. La torre de 43 m de altura es metálica y dispone de dos plataformas de ensayo.

Respecto a media temperatura y tecnología de colectores cilíndrico parabólicos los principales proyectos son:

La PSA cuenta tiene varias instalaciones de colectores solares cilindroparabólicos. Algunas de ellas, como es el caso de la instalación SSPS-DCS, fueron sistemas pioneros en Europa, mientras que otras instalaciones más modernas, como es el caso del lazo DISS, son únicas en el mundo y colocan a la PSA en una posición privilegiada para la investigación y el desarrollo de nuevas aplicaciones para los colectores cilindroparabólicos.

El Lazo de ensayo DISS

Esta instalación fue puesta en funcionamiento en el año 1998, con el fin de llevar a cabo experimentos relacionados con la generación directa de vapor a alta presión y temperatura (100 bar/400°C) en los tubos absorbentes de colectores cilindroparabólicos.

El lazo DISS es la única instalación existente actualmente en el mundo para el estudio bajo condiciones solares reales de todos aquellos procesos en los que se genere un flujo bifásico (agua/vapor) en colectores cilindroparabólicos. Resulta muy apropiada no solo para el estudio y desarrollo de esquemas de control para campos solares que funcionan con generación directa de vapor, sino también para el estudio y optimización de los procedimientos de operación que deben implementarse en este tipo de campos solares.

El lazo DISS consta de dos subsistemas: el Campo Solar con colectores cilindroparabólicos, y el Sistema de Potencia.

El lazo de ensayo LS-3 (HTF)

El lazo de ensayo LS-3, también llamado lazo de ensayo HTF, fue instalado en el año 1997 y constituye una instalación idónea para evaluar, en condiciones reales de operación con energía solar, componentes para colectores cilindroparabólicos. Espejos, tubos absorbentes, sistemas de seguimiento solar, etc., pueden ser instalados y evaluados en este sistema, que cuenta con los dispositivos de medida y monitorización adecuados para ello.

La Instalación consta de un circuito de aceite térmico conectado, en lazo cerrado, a un colector solar formado por 4 módulos cilindroparabólicos del tipo LS-3

De los diversos elementos de los cuales se compone una instalación solar cilindroparabólica, aquellos asociados a procesos de fabricación industrial que presentan un carácter más

específico son los reflectores y los tubos absorbedores. Entre ambos la participación en el coste total de inversión de un proyecto puede estar en torno al 15%. En el caso de los reflectores la capacidad que a nivel internacional existe es muy limitada y en el de tubos absorbedores existen fabricantes cuyos procesos de fabricación son comunes con otros productos solares. En ninguno de los dos casos existe actualmente producción en España.

Entre las empresas que han participado directamente en los proyectos llevados a cabo en la plataforma solar de Almería destacan la disposición y la capacidad industrial de las empresa del grupo Abengoa y de Iberdrola. En ambos casos se perfilan como agentes relevantes no solo desde la perspectiva inversora, sino también desde la tecnológica e industrial, que a través de los proyectos que se han indicado y de iniciativas de tipo industrial para la fabricación de determinados componentes, pueden favorecer una posición de desarrollo con elevado valor añadido propio, en los proyectos que tienen intención de acometer. Por consiguiente es esperable que el favorable marco retributivo se vea asociado al surgimiento de actividad industrial específica propia.

3.4.6. Líneas de innovación tecnológica

Como se ha indicado, durante las últimas décadas, en España se viene realizando un notable esfuerzo en proyectos de innovación, llevados a cabo por empresas y por entidades de investigación, y que han tenido como elemento más relevante la Plataforma Solar de Almería. Esta situación también posiciona a España en las mejores condiciones para afrontar nuevos objetivos en el campo de la propia innovación y mantener una posición ventajosa en cuanto a nuestra competitividad internacional en esta tecnología.

Aunque cualquiera de los proyectos de solar termoeléctrica es al día de hoy innovador, ya que ninguna de las posibilidades básicas esta demostrada técnicamente, a continuación se recogen algunas de las parcelas de innovación posibles para las diferentes tecnologías, ilustrándolas con trabajos que se han realizado en los últimos años.

CONCENTRADORES CILÍNDRICO PARABÓLICOS

Diseño estructural

Una nueva generación de colectores cilindroparabólicos podría ser el resultado de un proyecto desarrollado desde 1998 en la Plataforma solar de Almería por un consorcio de empresas. El nuevo colector conocido como Eurocolector o Euro Trough mejora el diseño de los colectores utilizados en las plantas de California con el diseño de una nueva estructura del canal que aumenta la precisión óptica y por consiguiente el rendimiento. De este nuevo colector se han construido dos prototipos de 100m y 150 m respectivamente en la Plataforma Solar de Almería (PSA) y desde abril del 2003 esta operativo comercialmente una instalación con los dos tipos de prototipos en la Central SEGS V en California.

En otros países, como EEUU, se están realizando nuevos diseños.

Fluido de transferencia de calor

Las centrales comerciales de California usan aceite sintético como fluido de transferencia de calor. En la PSA se están llevando a cabo proyectos (DISS e INDITEP) con el objetivo de generar vapor directamente en los tubos de absorción. Esto supone eliminar la necesidad de una transferencia de calor intermedia por lo que se aumenta la eficiencia y se disminuyen los costes. En cualquier caso, la fabricación de los tubos de absorción suponen uno de los grandes retos tecnológicos para la industria nacional.

Las posibilidades de mejoras que incidan en una reducción de costes son amplias por lo que la unión de mejoras tecnológicas y reducción de costes derivados de una implantación comercial significativa pueden mantener en primera línea comercial esta tecnología.

REFLECTORES LINEALES DE FRESNEL



Figura 15. Reflectores lineales de Fresnel

Los colectores compactos lineales de Fresnel (Compact Linear Fresnel Reflector CLFR) constituyen una realidad desde que el primer proyecto comercial ejecutado por la empresa Solar Heat and Power ha comenzado a producir energía el pasado junio en su primera fase.

La empresa Macquarie Generation en Australia contrató a Solar Heat and Power la construcción de la fase 1 de un concentrador CLFR de 40 MW que se conectará a la planta Liddell Power Station de 2000 MW.

El proyecto Liddell es el mayor concentrador solar que se construye desde las plantas SEGS en California a finales de los 80 y el primero a escala real de la tecnología de compactos lineales de Fresnel. El proyecto comenzó su ejecución en julio del 2003 y se espera que se termine en el 2005.

En base a esta experiencia se está desarrollando un diseño para trabajar independiente con su propia turbina de 240 MW de capacidad.

Esta tecnología se plantea como una alternativa a los colectores cilindroparabólicos por tener menores costes de inversión, operación y mantenimiento.

Las ventajas de esta tecnología son:

- Bajos costes de la estructura.
- Uso del cristal convencional.
- Juntas de fluido fijas
- Separación entre el reflector y el receptor.
- Bajos costes de construcción y ensamblaje.

CENTRALES DE TORRE

La viabilidad comercial de la tecnología de torre central aun está por demostrar. Desde hace mas de 20 años se esta probando su viabilidad técnica con proyectos de investigación y plantas piloto tanto en EEUU como en España.

Los últimos proyectos encaminados a probar la viabilidad técnica de determinados aspectos son los siguientes:

-introducción de la energía solar en la turbina de gas de sistemas de ciclo combinado (proyecto SOLGATE -Plataforma Solar de Almería)

-diversos medios de transferencia de calor del receptor central (aire, agua/vapor, sodio liquido y sales fundidas (plantas piloto Solar One (1982-88 con vapor como medio de transferencia de calor y Solar Two (1997-1999 receptor con sal fundida y dos tanques de almacenamiento de sales fundidas).

Además, y dado que los helióstatos suponen más del 50% de la inversión, su optimización económica es objeto de diversos proyectos en EEUU, Alemania y España.

Pero la verdadera necesidad del sector es la realización de las primeras plantas comerciales, de carácter demostrativo, lo cual parece que va a ser una realidad si se ejecutan los proyectos Solar Tres (15 MW - sales) y PS10 (11MW vapor) ambos en Andalucía y con importantes subvenciones.

CONCENTRADORES DISCO PARABÓLICOS

Los concentradores disco parabólicos son los sistemas que se encuentran en una etapa más alejada de la comercialización, aunque teóricamente consiguen la mayores rendimientos y pueden ser más versátiles en su utilización por su modularidad.

Aunque existe experiencia en la operación con éxito de prototipos en distintas partes del mundo entre las que se encuentran las unidades de la PSA, aun no se ha dado el paso de las primeras plantas de demostración, para lo cual habría que superar la barrera de los altos costes actuales.

En este sentido el nuevo desarrollo EuroDisco apoyado por la Unión Europea podría significar un avance en esta tecnología. Este proyecto tiene el objetivo de reducir significativamente los costes mediante la fabricación de un importante número de unidades.