

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

INDICE

6.3.Energía Solar.....	2
6.3.1. Energía Solar Pasiva. Bioclimatismo.....	2
6.3.1.4. La energía solar térmica en el mundo.....	8
6.3.1.5. La energía solar térmica en Europa.....	9
6.3.1.6. La energía solar térmica en España.....	11
6.3.1.7. La energía solar térmica en la Región de Murcia.....	14
6.3.1.8. Barreras.....	16
6.3.1.9. Objetivos.....	17
6.3.1.10. Medidas.....	17
6.3.1.11. Referencias.....	17
6.3.2. Energía Termosolar.....	19
6.3.2.1. Barreras tecnológicas y comerciales a las CET.....	19
6.3.2.2. Estado del Arte.....	19
6.3.2.5. Repercusiones socioeconómicas.....	19
6.3.2.6. La energía termosolar en el mundo.....	19

6.3.2.7. La energía termosolar en la Región de Murcia.....	19
6.3.2.8. Barreras.....	19
6.3.2.9. Objetivos.....	19
6.3.2.10. Medidas.....	19
6.3.2.11. Referencias.....	19
6.3.3. Energía solar fotovoltaica.....	19
6.3.4. Instalaciones aisladas de la red eléctrica.....	19
6.3.5. Instalaciones conectadas a la red eléctrica.....	19
6.3.6. Situación de la Energía Solar Fovovoltaica en el mundo.....	19
6.3.7. Situación de la Energía Solar Fovovoltaica en España.....	19
6.3.8. Estado del arte y desarrollos futuros.....	19
6.3.9. Situación normativa y potencial en España.....	19
6.3.10. Perspectivas de futuro.....	19
6.3.11. Características de las tecnologías dominantes.....	19
6.3.11.1. Silicio de uso fotovoltaico.....	19
6.3.11.2. Sistemas de concentración y células de alta eficiencia ..	19

6.3.12.	Situación de la Energía Solar Fotovoltaica en la Región de Murcia	19
6.3.13.	Barreras	19
6.3.14.	Objetivos.....	19
6.3.15.	Medidas	19
6.3.16.	Referencias	19

6.3.Energía Solar.

La energía solar es la fuente energética responsable de buena parte de los fenómenos naturales y de los ciclos biológicos. Las líneas de investigación buscan nuevas fórmulas de aprovechamiento de la energía directa del sol que llega a nosotros en forma de radiación para canalizarla y darle un uso controlado. Las aplicaciones actuales se agrupan en cuatro grandes ejes:

- Energía solar térmica mediante:
 - o Elementos pasivos de ganancia y pérdidas térmicas, o arquitectura bioclimática.
 - o Captadores activos que transmiten el calor a un fluido caloportador (agua, alcohol) para suministro de energía térmica.

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

- o Centrales termosolares que a través de concentradores y campos de helióstatos son capaces de generar vapor que se turbinan a continuación para generar energía eléctrica.

- Energía solar fotovoltaica a través de
- Captadores fotónicos que convierten la radiación en energía eléctrica

Las cuatro actuaciones se analizan a continuación.

6.3.1. Energía Solar Pasiva. Bioclimatismo.

La energía solar térmica pasiva o arquitectura bioclimática supone una vuelta a la racionalidad desde el punto de vista de la arquitectura, que un determinado momento se inclinó más a la realización de edificios atrevidos desde el punto de vista de diseño, estructural y de alarde técnico dejando en segundo término la sostenibilidad de los mismos en especial la demanda energética.

De los parámetros que intervienen en el consumo de edificio, destacan especialmente las cargas térmicas y la iluminación. Por ello se debe incorporar en el planeamiento de las ciudades y el diseño arquitectónico parámetros cuya aplicación permita aumentar las ganancias y disminuir las

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

pérdidas térmicas, de manera que se puedan satisfacer la demanda de bienestar de los usuarios y minimizar los consumos energéticos.

Cuantificar el ahorro energético producido por el diseño bioclimático es difícil, y no es objeto del presente capítulo, pero la recomendación del empleo de esta técnica de aprovechamiento de energía solar debe incluirse como estrategia de fomento de las energías renovables.

Los elementos de arquitectura bioclimática, que pueden servir como baremos para cuantificar las características bioclimáticas de un edificio desde el punto de vista de la “ganancia solar” de los mismos son los siguientes:

- Clima, y entorno natural y construido.
- Tratamiento del espacio exterior: vegetación,
- Forma, color y orientación del edificio.
- Distribución interior del edificio según usos.
- Sistemas pasivos, condiciones de verano e invierno.
- Sistemas pasivos de inercia.
- Ventilaciones.
- Mejoras sustanciales de aislamiento térmico en la “piel del edificio”.

Su aplicación queda ampliamente recogida en el nuevo Código Técnico de la Edificación y se realiza un análisis más exhaustivo de los objetivos y las medidas para lograr dichos objetivos en el capítulo de ahorro y eficiencia energética en el apartado correspondiente a eficiencia en la edificación.

El potencial solar de España es el más alto de toda Europa, sin embargo, no podemos olvidar que países como Alemania y Austria, con menos potencial solar tienen más instalaciones en sus edificios viviendas. El parque instalado en Europa supera los 13 millones de m².

El potencial solar de España es de más de 2.300 MW para energía solar fotovoltaica, y de 26,5 Mm² para energía solar térmica de baja temperatura. El Plan de Energías Renovables establece el objetivo de 500 MW en el horizonte del 2010 para la energía termosolar. El desarrollo actual del mercado permitirá superar rápidamente las previsiones iniciales.

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

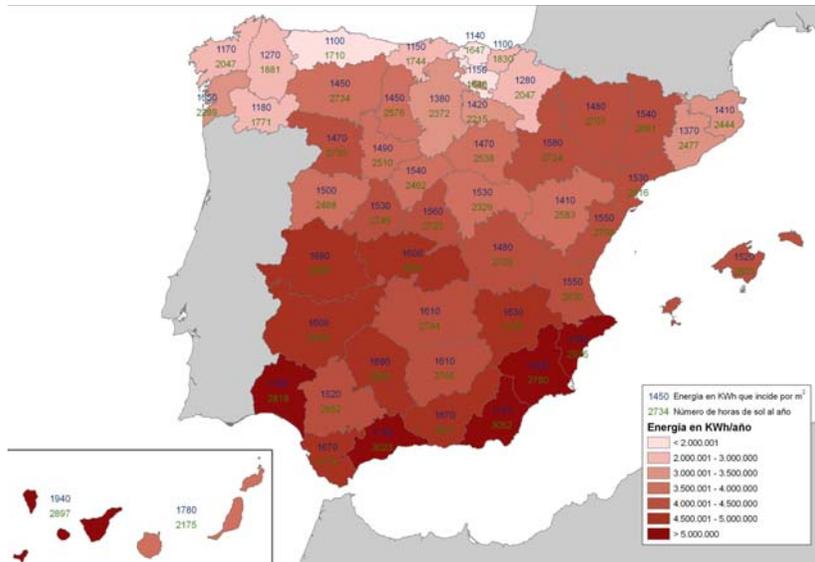


Ilustración 1. Fuente: IDAE

6.3.1.1. Aplicaciones de baja temperatura.

La principal aplicación de la energía solar térmica de baja temperatura la producción de Agua Caliente Sanitaria (ACS) para el sector doméstico y de servicios. El agua caliente sanitaria se usa a una temperatura de 45°C, temperatura a la que se puede llegar fácilmente con captadores solares

planos que pueden alcanzar como temperatura media 80°C. Se considera que el porcentaje de cobertura del ACS anual debe ser del 60 %; se utiliza este porcentaje, y no superior, para evitar sobrecalentamiento y energía excedentaria de difícil gestión, en la época de mayor radiación solar. La energía aportada por los captadores debe ser tal que en los meses más favorables aporte el 100 %. El resto de las necesidades que no aportan los captadores se obtiene de un sistema auxiliar, que habitualmente suele ser gas natural, propano, gasóleo o energía eléctrica. Con este porcentaje de cobertura los periodos de amortización son reducidos.

Además de la aplicación más extendida que es la obtención de ACS, otras aplicaciones son la calefacción de baja temperatura, el calentamiento de agua de piscinas y la más novedosa, con recorrido si cabe más atractivo, es la de producción de aire acondicionado a partir de la tecnología de absorción, que permite la utilización efectiva de la radiación solar donde más se recibe y menos demanda de calor existe.

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

6.3.1.1.1. Calefacción de baja temperatura

La energía solar térmica puede ser un complemento al sistema de calefacción, sobre todo para sistemas que utilicen agua de aporte a menos de 60°C. Para calefacción con aporte solar, el sistema que mejor funciona es el de suelo radiante (circuito de tuberías por el suelo), ya que la temperatura del fluido que circula a través de este circuito es de unos 45°C, fácilmente alcanzable mediante captadores solares. Otro sistema utilizado es el de fan-coil o aerotermos.

6.3.1.1.2. Calentamiento de agua de piscinas

Otra de las aplicaciones extendidas es la del calentamiento del agua de piscinas. El uso de colectores puede permitir el apoyo energético en piscinas al exterior alargando el periodo de baño, mientras que en instalaciones para uso de invierno, en las épocas de poca radiación solar, podrán suministrar una parte pequeña de apoyo a la instalación convencional. Además hay que considerar que el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) prohíbe el calentamiento de piscinas descubiertas con fuentes de energía convencionales.

6.3.1.1.3. Aire acondicionado mediante máquinas de absorción

Uno de los campos de máximo desarrollo de las instalaciones solares térmicas que se verá en un plazo breve de años será la de colectores de vacío o planos de alto rendimiento que produzcan ACS, calefacción en invierno y, mediante máquinas de absorción, produzcan frío en el verano. La versatilidad de la utilización de la energía solar térmica permite incrementar la rentabilidad de la instalación y aprovechar mejor la energía generada. La tecnología de absorción no es nueva y ha sufrido un desarrollo importante especialmente en países con fuerte dependencia energética como Japón. Actualmente hay dos líneas de aplicación la denominada absorción rotativa, enfocada a equipos de pequeña potencia, para el sector terciario y mercado residencial, pero sin necesidad de torre de refrigeración, y la absorción convencional que utiliza una fuente de calor (en este caso agua caliente o sobrecalentada) para completar el ciclo de absorción, en ambos casos con BrLi como absorbente. Murcia ya dispone de diversas instalaciones completamente monitorizadas que podrían ser utilizadas a nivel doméstico en las cuales se obtiene frío a partir de energía solar.

6.3.1.2. Aplicaciones de la Energía Solar Térmica de baja temperatura y gran superficie

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

Las instalaciones de gran superficie de colectores solares térmicos, pueden proporcionar una gran cantidad de energía en forma de un flujo de agua caliente que se traduce en un gran suministro de potencia para multitud de aplicaciones.

6.3.1.2.1. Industria textil

La industria textil tiene un consumo de energía térmica muy elevado, pero no requiere elevadas temperaturas, en torno a los 85°C, cuyo uso se centra en procesos de tratamiento final como el teñido o el secado.

6.3.1.2.2. Conservas

En la industria de conservas vegetales el mayor consumo lo supone el escaldado de las verduras en agua a 100°C durante 5 minutos, a parte de esto, se usa como en el resto para lavado y desinfección.

6.3.1.2.3. Industria láctea

Las industrias lácteas son interesantes para la energía solar ya que trabajan de forma continuada. El proceso de deshidratación para la obtención de leche en polvo, se realiza con aire caliente que está entre 60 y 180°C, y funciona de manera continua. Otros procesos interesantes en este sector, son la pasteurización (65°C) y esterilización.

6.3.1.2.4. Calefacción de distrito

Este es un sistema muy extendido en el centro y norte de Europa, donde la climatología estacional es muy marcada.

La calefacción centralizada por áreas edificadas tiene su origen en el aprovechamiento térmico de centrales de valorización de residuos o biomasa, donde el calor generado se distribuye a través de una red de agua caliente, usualmente en circuito cerrado para la producción de calefacción. Se ha aplicado a zonas de uso común como ciudades universitarias o el novísimo barrio de la Défense en París. En la climatología de Murcia la aplicación es más limitada por la bondad del clima, salvo en ciudades del interior de la Región con inviernos más severos, que por el contrario se encuentran penalizadas por la baja densidad de la edificación.

La combinación de producción de agua caliente a partir de energía solar y calderas de biomasa, permite ampliar la cobertura de ambos sistemas, debido a su capacidad de regulación y la valorización energética de un recurso renovable como los residuos agrícolas o forestales.

6.3.1.3. Aplicaciones de Alta Temperatura.

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

La industria, especialmente la agroalimentaria, utiliza gran cantidad de agua caliente o vapor para proceso, que se puede obtener a partir de energía solar.

En el año 2001 se inició un proyecto europeo con el nombre de “POSHIP” (The Potencial of Solar Heat in Industrial Processes), que promueve instalaciones solares de gran superficie para generar agua caliente para proceso. Algunas aplicaciones se describen a continuación.

6.3.1.3.1. Elaboración de maltas, vinos y bebidas.

El 81% del consumo de energía final en la elaboración de cerveza y malta es empleado en producción de calor, este calor se obtienen convencionalmente quemando un combustible en una caldera de vapor saturado. En el caso de la fabricación de malta, la temperatura necesaria es de 60°C.

En el caso del vino y otras bebidas embotelladas, el uso de agua caliente se utiliza para la desinfección de botellas, siendo las temperaturas necesarias en torno a 80°C.

6.3.1.3.2. Sector Cárnico.

El agua caliente en este sector se usa para lavado y limpieza y cocción en caso de elaborados, por lo que las temperaturas necesitan llegar a los 100°C.

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

6.3.1.4. La energía solar térmica en el mundo

La contribución de la solar térmica al consumo energético mundial sigue siendo muy escasa todavía, pese a que empiezan a percibirse ciertos síntomas de cambio que permiten ser más optimistas de cara al futuro. Al creciente interés de los ciudadanos por este tipo de soluciones hay que sumar las ayudas e incentivos que se han puesto en marcha en muchos países del mundo y la reducción de precios de los captadores solares en algunos mercados especialmente activos como China o Japón. Una situación que pone de manifiesto que estamos ante una tecnología madura que ha experimentado un significativo avance durante los últimos años. En la actualidad la capacidad de energía solar instalada en el mundo supera a la de otras renovables con altos índices de desarrollo, como es el caso de la energía eólica, con una potencia instalada de 128 GW térmicos a finales de 2006¹. La energía solar térmica ha alcanzado unos niveles de popularidad impensables hace tan solo unos años. Y no exclusivamente por lo que a la

producción de agua caliente se refiere, sino también en cuanto a la calefacción de viviendas.

A día de hoy la mayor parte de los captadores solares instalados en el mundo tienen como finalidad la producción de agua caliente para uso doméstico. A esta aplicación se destinan los esfuerzos de la mayoría de los mercados nacionales importantes, aunque el tipo y el tamaño de las instalaciones, así como el porcentaje total de la demanda que cubre, varía en función de la zona del mundo a la que hagamos referencia.

El aporte de energía solar en sistemas de calefacción es el segundo en importancia; una aplicación que resulta especialmente interesante en países fríos y que se utiliza cada vez con mayor frecuencia tanto para viviendas familiares como para todo tipo de instalaciones colectivas.

Se trata de una opción cada vez más valorada en países como China, Australia, Nueva Zelanda o en Europa en su conjunto, donde se entiende la edificación desde una perspectiva global en la que la energía solar puede ofrecer soluciones integradas en muy diversos ámbitos, y la calefacción constituye siempre un potencial muy atractivo.

Finalmente entre las aplicaciones de la energía solar térmica en el mundo cabe también destacar la climatización del agua para piscinas. Esta aplicación sigue teniendo gran importancia en países como Estados Unidos,

¹ datos del Solar Heat Worldwide 2008

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

Canadá, Australia y Austria, aunque en los últimos años ha perdido parte de su mercado, después de un periodo en el que se han registrado fuertes crecimientos.

Por lo que respecta al reparto de la energía solar térmica por países, el mercado mundial continua bajo el dominio de China. Se calcula que aproximadamente el 50% de los captadores solares colocados en el mundo se encuentran en este país. Después de alcanzar una gran aceptación en pequeños municipios durante las décadas de los años 80 y 90, la energía solar térmica en la República Popular China ha penetrado con fuerza en ciudades de medio y gran tamaño como Shangai o Tianjin.

A China le siguen Estado Unidos con un 16.5% de la potencia total instalada y a mucha mayor distancia Turquía, Alemania, Japón e Israel con índices de potencia alrededor del 3%. Entre ellos, llama especialmente la atención el desarrollo de la energía solar en Israel, donde alrededor del 85% de las viviendas están equipadas con captadores solares térmicos, como resultado de una ley de hace 20 años que exige la dotación de captadores en todas las cubiertas de los edificios de menos de 20 metros de altura. Más espectacular si cabe resulta el caso de Chipre. El país que recientemente se ha incorporado a la Unión Europea es el que más cantidad de energía solar térmica aporta por habitante en el mundo, con 431 kWth (kW térmico) por cada 1.000 habitantes. En este país más del 90% de los edificios construidos

están equipados con captadores solares térmicos, lo que representa más del doble de la capacidad instalada por habitante en otros países europeos con gran tradición solar, como Grecia o Austria.

6.3.1.5. La energía solar térmica en Europa

Después de un incremento próximo al 44.3% en 2006, el mercado de la energía térmica europeo ha superado el hito de los 3 millones de metros cuadrados de colectores instalados, equivalentes a una potencia de 2.159,7 MWth. Este espectacular crecimiento es proporcional al incremento de los precios de petróleo y gas, junto al impulso político dado a este tipo de iniciativas.

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

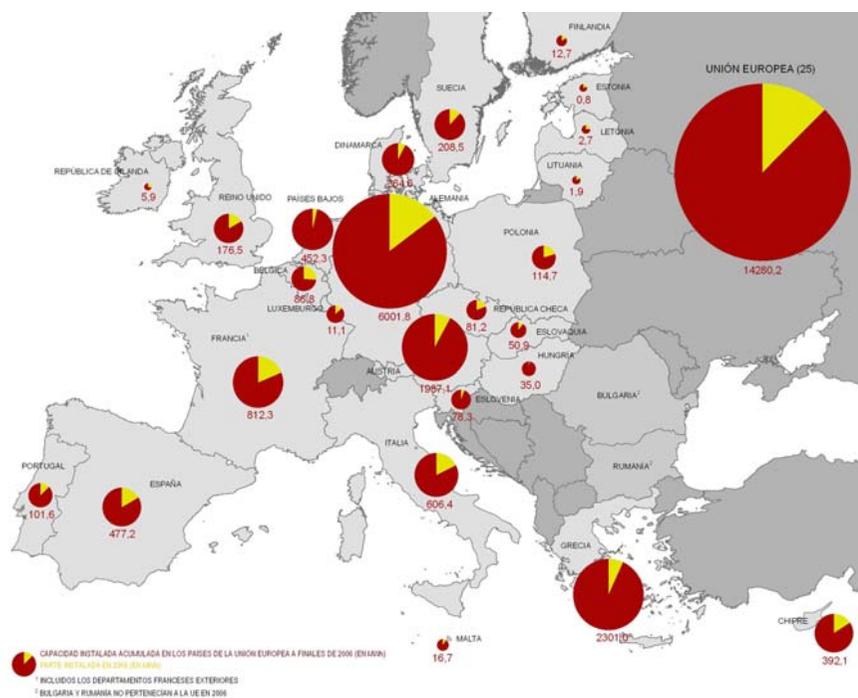


Ilustración 2. Capacidad acumulada de colectores solares térmicos en los países de UE. Rojo: Parte acumulada hasta 2006 / Naranja: parte instalada en 2006

Europa representa tan solo el 9% del mercado mundial de energía solar térmica con una potencia instalada de 10.000 MWth (MW térmico) a finales de 2004, o lo que es lo mismo, un total de 14 millones de m² de captadores solares en funcionamiento. El impulso que ha recibido esta industria durante

los últimos años, es lo que ha permitido dar un paso firme en el objetivo común de alcanzar los 100 millones de m² de superficie instalada que se pretenden conseguir en el horizonte de 2010.

El panorama actual de desarrollo del mercado europeo se está viendo animado con el crecimiento experimentado en los últimos años, un 23.5% entre el 2004 - 2005 y un 44.3% en el periodo 2005-2006.

Los colectores acristalados representan el principal producto del mercado solar europeo. En esta categoría están incluidos los colectores planos, con un 88.5% de cuota de mercado, seguido por los colectores de tubo de vacío, con un 8.3%.

País	Mercado 2006			Total (en m ²)
	Colectores acristalados	Colectores no acristalados	Tubos de vacío	
Alemania	1.350.000	30.000	150.000	1.530.000
Austria	284.000	6.000	11.000	301.000

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

Mercado 2006					
País	Colectores acristalados	Colectores no acristalados	Tubos de vacío	Total (en m ²)	equiv
Grecia	235.200	-	4.800	240.000	
Italia	156.240	3.720	26.040	186.000	
España	127.199	-	7.464	134.663	
Chipre	60.000	-	-	60.000	
Reino Unido	27.000	-	27.000	54.000	
Bélgica	31.267	8.828	4.369	44.464	
Suecia	19.825	13.416	8.713	41.954	
Polonia	35.150	150	6.290	41.590	
Países Bajos-Holanda	14.685	24.419	-	39.104	
Dinamarca	33.000	-	-	33.000	
República Checa	18.490	6.000	3.540	28.030	
Portugal	20.000	-	-	20.000	
Eslovaquia	7.700	-	800	8.500	
Eslovenia	5.890	-	566	6.456	
Malta	4.500	-	-	4.500	3,2
Irlanda	2.500	-	900	3.400	2,4
Finlandia	3.400	-	-	3.400	2,4
Luxemburgo	2.500	-	-	2.500	1,9
Latvia	1.200	-	-	1.200	0,8
Hungría	1.000	-	-	1.000	0,7
Lituania	600	-	-	600	0,4
Estonia	350	-	-	350	0,2
Total UE/EU	2.731.391	99.468	254.406	3.085.265	2.159,7

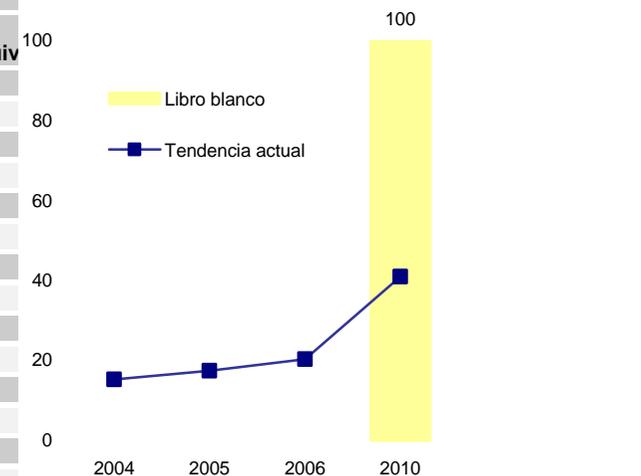


Tabla 2. Tendencia actual de instalación frente a los objetivos establecidos por la UE.

La energía solar térmica en España

España es el quinto país europeo en el aprovechamiento de la energía solar térmica, por delante de países como Italia o Francia, aunque por detrás de Austria y Alemania.

Tabla 1. Superficie instalada anual por tipo de colector, país y potencia equivalente instalada.

Fuente Euroserv'er Solar Thermal Barometer. 2007

Con un 6% del total del mercado europeo, nuestro país ha alcanzado la madurez tecnológica y comercial tras más de 20 años de experiencia.

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

No obstante, el desarrollo de la energía solar en España se ha producido a un ritmo muy desigual a lo largo de las últimas décadas. A finales de la década de los 70 y principios de los 80 se empezaron a dar los primeros pasos en el desarrollo de esta energía.

Durante los primeros años, coincidiendo con la crisis energética que se encontraba en su mayor intensidad entonces, se crearon unas expectativas sobre la utilización de la energía solar quizás demasiado sobredimensionadas para las posibilidades reales de aquellos momentos. Al abrigo de las buenas perspectivas del mercado surgió un gran número de empresas, tanto de fabricación de captadores solares como de instaladores, que no en todos los casos contaban con las suficientes garantías técnicas de calidad y fiabilidad de los equipos para ofrecer este tipo de servicios.

Esto provocó que algunas instalaciones no dieran los resultados previstos y, lo que es peor, la sensación de que la energía solar térmica ofrecía baja durabilidad, mal rendimiento y problemas frecuentes para el usuario. Así, durante el último tramo de este periodo se produjo un estancamiento del mercado y una selección natural tanto de los fabricantes como de los instaladores, que llevó al cese de sus actividades a aquellos que no estaban lo suficientemente preparados para dar servicios de calidad en este mercado.

Posteriormente, en el periodo que va desde 1985 a 1995, los precios energéticos sufrieron un fuerte descenso y la sensación de crisis energética desapareció. Las entidades relacionadas con las instalaciones solares que continuaban en el mercado se afianzaron y la demanda se estabilizó a un nivel de aproximadamente 10.000 m² por año. Durante este periodo se produjeron avances significativos en los aspectos de calidad y garantías ofrecidos tanto por los instaladores como por los fabricantes de equipos. También se mejoró notablemente el mantenimiento de las instalaciones. Cabe mencionar la aparición de nuevos conceptos, como la "garantía de resultados solares", por el que al usuario se le aseguraba la producción de una cantidad de energía con un sistema solar que, de no alcanzarse, se compensaba pagándole la diferencia entre la energía garantizada y la energía realmente producida por su instalación.

Otra novedad fue la introducida en el "Programa Prosol" de la Junta de Andalucía, consistente en el "pago a plazos" de la inversión. Hoy en día este tipo de facilidades en la financiación se han extendido al resto del territorio español, a la vez que se han puesto en marcha otros mecanismos para favorecer la instalación de captadores solares mediante subvenciones directas.

En esta última década, la aportación de energía solar térmica ha aumentado considerablemente en nuestro país, sobre todo, gracias a las ayudas

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

públicas (línea ICO-IDAE, CC.AA., y ordenanzas municipales), a la madurez del mercado en todos los sentidos, y a las grandes posibilidades que ofrece esta tecnología en un país con tantas horas de sol al año como España. De los 10.000 m² nuevos que se instalaban cada año en la década de los 90, hemos pasado a crecimientos medios por encima de los 60.000 m² en los primeros años de 2000, hasta llegar a los 90.000 en el año 2005.

Con todo, nuestro país aún se encuentra lejos de los objetivos nacionales fijados en el Plan de Energías Renovables (PER), que plantea alcanzar una superficie instalada de 4,9 millones de metros cuadrados para el año 2010. Para ello, la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación, que obliga a instalar un aporte de energía solar para agua caliente en todas las viviendas de nueva construcción, junto a las medidas ya puestas en marcha con anterioridad, han dado un impulso definitivo a un mercado con excelentes perspectivas a medio y largo plazo. En la actualidad, el principal cliente de energía solar en España es el usuario particular que solicita la instalación de captadores solares de baja temperatura para el consumo de agua caliente sanitaria. En segundo lugar se encuentran los hoteles y restaurantes, en los que existe un creciente interés por este tipo de soluciones energéticas.

Además de estos dos grupos de consumidores, que son los que más aportan al total de la superficie instalada en España, en general, se puede decir que

existen buenos ejemplos en múltiples sectores y para todo tipo de aplicaciones posibles, pudiendo mencionar las instalaciones en centros educativos, centros deportivos, centros sanitarios, albergues, campings, servicios públicos, industrias, etc.

En cuanto al reparto del mercado por zonas geográficas, las comunidades autónomas con mayor superficie instalada son aquellas que cuentan con un clima más favorable para el aprovechamiento de la energía solar térmica. En este sentido destacan por sus cuotas de participación en el mercado Andalucía, Cataluña, Canarias, Baleares, la Comunidad Valenciana y Madrid, según orden de importancia. También se observa una mayor concentración de instalaciones solares en zonas turísticas o de alto nivel de renta.

Solar Térmica por CC.AA. (m2)					
CCAA	Situación 2006	Instalados en 2006	Incremento 2007 / 2010	Superficie en 2010	Ratio 2010 / 2006
Andalucía	292.895	55.913	830.742	1.123.637	3.8
Aragón	15.035	7.500	77.543	92.578	6.2
Asturias	17.340	3.767	33.492	50.832	2.9
Islas Baleares	86.244	4.712	350.592	436.836	5.1
Canarias	110.448	12.399	368.237	478.685	4.3
Cantabria	2.486	890	19.871	22.357	9.0
Castilla León	57.734	10.000	234.139	291.873	5.1
Castilla la Mancha	15.999	4.000	286.512	302.511	18.9
Cataluña	136.699	28.000	435.182	571.881	4.2
Extremadura	4.126	500	167.365	171.491	41.6
Galicia	14.406	3.424	47.405	61.811	4.3

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

Solar Térmica por CC.AA. (m2)					
CCAA	Situación 2006	Instalados en 2006	Incremento 2007 / 2010	Superficie en 2010	Ratio 2010 / 2006
C. Madrid	80.000	15.000	356.327	436.327	5.5
Murcia	31.290	7.000	131.934	163.224	5.2
Navarra	17.857	3.680	72.021	89.878	5.0
La Rioja	747	500	20.313	21.060	28.2
Comunidad Valenciana	83.255	13.000	364.204	447.459	5.4
País Vasco	12.994	5.000	117.427	130.421	10.0
Total	979.555	175.285	3.920.878	4.900.433	5.0

Tabla 3: Previsiones de crecimiento de solar térmica por CC.AA. Fuente: ASIT.

En España se estima que se han instalado cerca de 183 MWth durante el año 2007, si bien no se dispone de datos de la distribución de los nuevos 262.000 m2. Este incremento supone un 50 % más que el año precedente, justificado porque la nueva edificación ejecutada en el 2006 no estaba afectada por el CTE. Al cierre de 2008 el balance será también positivo a pesar de la desaceleración del sector inmobiliario.

6.3.1.7. La energía solar térmica en la Región de Murcia

La Región de Murcia posee un gran potencial solar.

El incremento de los paneles solares térmicos en los últimos años se muestra en la evolución adjunta.

La entrada en vigor del CTE y el rápido crecimiento de la nueva edificación en los últimos años son corresponsables del crecimiento experimentado. Ello permite abordar objetivos impensables hace tan sólo unos años.

La Región de Murcia ha puesto en marcha diversas iniciativas para fomentar el uso de la energía solar que constituye uno de los principales recursos presentes en la Región, entre ellos está la promoción de instalaciones mediante el sistema ESCOs, y la elaboración de un Atlas Regional de Radiación Solar y Temperaturas.

6.3.1.7.1. Atlas de Radiación Solar y Temperatura Ambiente en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Este Atlas es un documento elaborado por la Universidad Politécnica de Cartagena y la Agencia de Gestión de Energía de la Región de Murcia, con el patrocinio de Cajamurcia, cuyo objetivo último es brindar una herramienta para que empresas y promotores de proyectos de energía solar puedan evaluar con mayor fiabilidad la viabilidad o no de sus instalaciones de captación de energía solar, ya sea térmica, termoeléctrica o fotovoltaica.

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

En este Atlas pone de manifiesto que, por término medio, la Región de Murcia recibe aproximadamente 9 kWh/m² y día, esto significa casi 1,8 barriles de petróleo por metro cuadrado y año.

El Atlas incluye doce mapas mensuales de radiación global media mensual. Cada mapa cubre la superficie total de la Comunidad autónoma, muestra la radiación medida anual directa y difusa de la Región. Incluye además mapas de todos los términos municipales, con datos de niveles de radiación media, máxima y mínima anual y mensual de cada uno de los municipios, y otros tantos mapas de temperatura ambiente con carácter mensual, que complementan este estudio, y que son útiles para el dimensionado de las instalaciones solares, en general.

6.3.1.7.2. Proyecto ST- ESCOs

El objetivo del proyecto ST-ESCOs (Solar Thermal Energy Services Company) implantado en Murcia desde el año 2005 es promocionar el desarrollo de empresas piloto de servicios de venta de energía solar térmica con alto potencial de replicabilidad, y que actúe de catalizador del crecimiento del mercado solar térmico en Europa.

Esta iniciativa de la UE surge para disolver las dudas del usuario final sobre el funcionamiento y la durabilidad de las instalaciones solares térmicas, ya que, aunque las aplicaciones solares térmicas están tecnológicamente

maduras y ofrecen importantes resultados económicos a largo plazo, todavía hoy el índice de penetración es bajo con respecto a su potencial.

El proyecto ST-ESCOs consiste en la venta de la energía solar térmica generada (y no la instalación) a un precio competitivo. La empresa que proporciona el servicio realiza la inversión, la gestión y el mantenimiento, permitiendo una rápida expansión de las instalaciones solares térmicas en los sectores potenciales tanto públicos como privados.

Se espera mediante estas empresas acelerar el crecimiento del mercado de energía solar térmica en Europa. Uno de los objetivos más importantes de este proyecto es la preparación y puesta en marcha de casos reales. En la Región de Murcia, ya se ha desarrollado un proyecto de venta de energía y otros se encuentran en fase de estudio o proyecto.

La venta de energía térmica (no la planta solar) por la ST-ESCO a un precio competitivo inferior a la generación de calor mediante métodos convencionales, elimina importantes barreras para la instalación de energía solar térmica. Entre ellas, se pueden destacar las siguientes:

- El usuario final no hace una alta inversión inicial por ser la ST-ESCO la propietaria de la planta.
- Desaparecen las dudas sobre la rentabilidad y durabilidad de la instalación por parte del cliente.

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

- El usuario y la ST-ESCO obtienen un beneficio económico. El usuario por comprar la energía a un precio inferior al que la compraría si utilizará medio convencionales de producción de energía térmica y la ST-ESCO, por obtener unos ingresos superiores a los costes generados por la amortización y explotación de la instalación. La ST-ESCO garantiza un precio de venta de la energía inferior al de mercado.
- La operación y mantenimiento de la instalación corren a cargo de la ST-ESCO.
- Ventaja competitiva del cliente con respecto a los competidores por su interés en tecnologías sostenibles o mejora de la imagen corporativa.
- Independencia energética del exterior. El cliente aprovecha una fuente de energía primaria inagotable que le libera de las fluctuaciones de precios de los mercados y de posibles crisis energéticas venideras.
- Una reducción de gases contaminantes emitidos a la atmósfera, que redundará en la calidad del aire del entorno.



Ilustración1: Instalación ene. Hospital Morales Meseguer. Fuente Argem.

6.3.1.8. Barreras.

Las barreras que se han detectado para el desarrollo de la energía solar térmica son:

- Requiere de un espacio específico con orientación adecuada y sin sombras para su ubicación. Espacio en muchas ocasiones no contemplado en el diseño arquitectónico o invalidado por sombras de edificios y masas ajenas al mismo.

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

- La desconfianza generada fruto de la mala praxis de algunos profesionales.

6.3.1.9. Objetivos.

Murcia es una Región de sol con una climatología favorable. Los objetivos en el área térmica deberían ser ambiciosos aún siendo conscientes de la barrera arquitectónica que posee una buena parte de la edificación.

Es de esperar que la aplicación de la producción de frío por absorción a partir de calor de origen solar sea un hecho real en el horizonte del plan. Por ello se plantea un escenario con 105.000 m² de paneles solares instalados en el año 2016.

	Año 2007	Año 2016
Solar Térmica	ktep	ktep
TOTAL	2,3	12

6.3.1.10. Medidas.

Dado que el crecimiento esperado de la edificación en los próximos años es moderado, el bajo coste de las instalaciones y la elevada rentabilidad de los proyectos, se deben extender las ayudas y la obligatoriedad de instalar

energía solar térmica a la edificación terciaria, especialmente sector hotelero, hospitales y demás residencial intensiva, y extender las medidas al doméstico principal.

6.3.1.11. Referencias

- [1]. European Solar Thermal Industry Federation. 'Solar Thermal Markets in Europe. Trends and Market Statistics 2007. Junio 2008.
- [2] Becker M., Macias M., Ajona J.I. (1996): 'Solar Thermal Power Stations', En: "The future for renewable energy. Prospects and directions", Ed. EUREC-Agency, James&James Science, London, ISBN 1-873936-70-2.
- [2]. Winter C.J., Sizmann R.L., Vant-Hull L.L. (Eds) (1991), "Solar Power Plants", Springer-Verlag, Berlin, ISBN 3-540-18897-5.
- [3]. Baonza F., Marcos M.J., Romero M., Izquierdo M. (2000), "Integración de pequeñas Plantas Solares de Torre en Sistemas de Cogeneración Aislados", Colección Documentos CIEMAT, CIEMAT, Madrid, noviembre 2000, ISBN: 84-7834-380-6.
- [4]. DeMeo E.A., Galdo J.F. (1997), "Renewable Energy Technology Characterizations", TR-109496 Topical Report, December 1997, U.S. DOE-Washington and EPRI, Palo Alto, California.

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

- [5]. Enermodal Engineering Ltd. (1999). "Cost Reduction Study for Solar Thermal Power Plants. Final Report". Prepared by Enermodal Engineering Ltd. in association with Marbek Resource Consultants Ltd., by contract of World Bank/GEF, Washington D.C., May 5, 1999.
- [6]. Lotker, M. (1991) " Barriers to Commercialization of Large Scale Solar Electricity. The LUZ experience". Informe técnico publicado por Sandia National Laboratories, Ref.: SAND91-7014.
- [7]. Centrales à Tour: Conversion Thermodynamique de l'Energie Solaire (1982), Entropie No. 103, Vol. especial.
- [8]. Radosevich L.G., Skinrood A.C. (1989), "The power production operation of Solar One, the 10 MWe solar thermal central receiver pilot plant", J. Solar Energy Engineering, 111, 144-151.
- [9]. Pacheco J.E., Gilbert R. (1999),"Overview of recent results of the Solar Two test and evaluations program". En Renewable and Advanced Energy Systems for the 21st Century RAES'99 April 11–15, 1999 — Maui, Hawaii, pp. RAES99-7731, Eds.R. Hogan, Y. Kim, S. Kleis, D. O'Neal and T. Tanaka; ASME, New York, 1999. ISBN: 0-7918-1963-9.
- [10]. Gould W.J., Zavoico A.B., Collier W.E., Grimaldi I. (2000),"Solar Tres 10 MWe Central Receiver Project". Energy 2000-The beginning of a new millenium. Ed. in chief: P. Catania.; Energex 2000: Proceedings of the 8th International Energy Forum, Las Vegas, NV, July 23-28, 2000. pp. 394-399. ISBN: 1-58716-016-1.

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

6.3.2. Energía Termosolar.

Existen colectores de concentración más complejos y costosos. Estos dispositivos reflejan y concentran la energía solar incidente sobre una zona receptora relativamente pequeña. Como resultado de esta concentración, la intensidad de la energía solar se incrementa y las temperaturas del receptor pueden acercarse a varios cientos, o incluso miles, de grados centígrados.

Los concentradores, para trabajar con eficacia, son colocados sobre dispositivos que siguen la posición del Sol. Estos se llaman helióstatos o disher. En su conjunto forman las CET o Centrales Solares Termoeléctricas.

Las Centrales Solares Termoeléctricas (CET) son sin duda una de las tecnologías energéticas renovables que pueden hacer un aporte considerable de electricidad no contaminante en el corto o medio plazo. La tecnología solar termoeléctrica consiste en el empleo de la radiación solar incidente sobre la superficie terrestre para el calentamiento de un fluido que se hace pasar posteriormente por una etapa de turbina, bien directamente, en las configuraciones sólo-primario, o a través de un sistema de intercambio térmico con otro fluido que circula por la turbina en la configuración conocida como primario-secundario. Tras la etapa compuesta por los equipos propiamente solares, concentrador óptico y receptor solar, este esquema tiene muchas similitudes con las tecnologías termoeléctricas convencionales

basadas en la conversión mecánica del calor, y ulteriormente la generación eléctrica, en un alternador a partir de un movimiento mecánico rotativo. El diagrama de bloques así descrito puede proporcionar una impresión de sencillez tecnológica que sin embargo, no resultaría fidedigna a la vista de la complejidad que entraña la necesidad de concentración solar.

Las centrales termosolares para producción de electricidad implican siempre diseños de sistemas de concentración que tratan de migrar a gran tamaño, y en condiciones reales de operación, geometrías que se aproximan a la del concentrador parabólico ideal. Habitualmente se usan concentradores solares por reflexión para alcanzar las temperaturas requeridas en la operación de los ciclos termodinámicos. Los cuatro conceptos de concentración solar más utilizados son:

- Cilindro-parabólicos
- Torre
- Discos Stirling
- Espejos fresnel

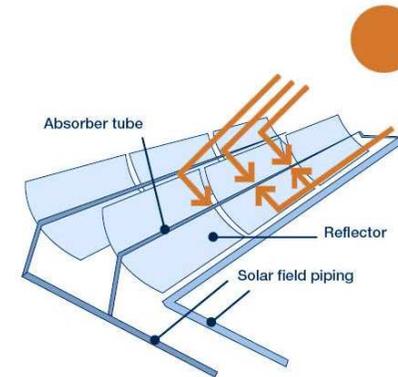
Existen tres tecnologías desarrolladas actualmente que son la tecnología **cilindro parabólica, la de torre y la de disco parabólico**. La de disco

parabólico tiene asociado un motor de ciclo Stirling de pequeña potencia por lo que no se desarrollará.

Tecnología cilindro parabólico.

Consiste en una serie de espejos reflectantes de forma parabólica que concentran la luz solar en un tubo receptor longitudinal alojado en el propio espejo. El fluido que atraviesa el tubo receptor llega a alcanzar 400°C antes de llegar a los intercambiadores de calor. Este fluido es usualmente aceite térmico, aunque se está trabajando en paralelo con vapor. Este aceite se utiliza como fuente térmica en un generador de vapor. El vapor de agua generado se turbiniza para producir trabajo mecánico que se transforma en electricidad.

Cilindro parabólico



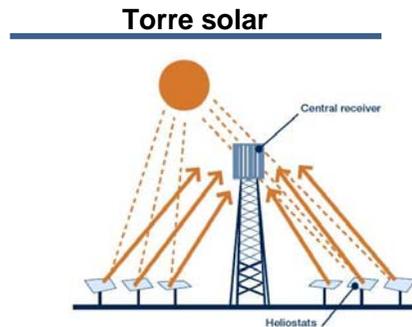
Presenta además la posibilidad de almacenar energía térmica mediante un sistema de sales fundentes, que pueden aportar la energía térmica en las horas nocturnas o en aquellas en que el aporte de energía directo sea insuficiente.

Se trata de la tecnología más utilizada en la actualidad, con desarrollos comerciales ya en ejecución. Presenta como ventaja frente al sistema la menor demanda de terreno que las centrales de torre y como inconveniente la demanda de agua. El rango de potencia se establece

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

entre los 30 y los 80 MW, siendo los desarrollos más recientes de 50 MW.

Tecnología torre solar.



El campo de helióstatos rodea una torre en la que se ubica un generador de vapor. en este caso el campo de helióstatos refleja toda la radiación solar en un único punto de concentración en la que el aire eleva su temperatura hasta los 700°C. A partir de ese punto el aire se enfría cediendo su energía a un generador de vapor que acciona una turbina en ciclo Rankine generando energía eléctrica.

Presenta una demanda de superficie mayor, y en contrapartida el rango de potencia esperada es superior: de 10 a 200 MW.

Los condicionantes críticos para poder instalar una planta de estas características son amplias extensiones de terreno, elevadas horas de insolación y temperatura y disponibilidad de agua para la refrigeración de la turbina. Ello predispone el sur de España (Extremadura, Andalucía y Murcia) como las zonas óptimas para su desarrollo y corroboran las previsiones internacionales de expansión de la energía termosolar a nivel mundial con España en segunda posición, y con la ausencia de la mayor parte de las potencias europeas, según muestra el gráfico siguiente.

Concentradores cilindro-parabólicos: Son concentradores de foco lineal con seguimiento en un solo eje, concentraciones de la radiación de 30 a 80 veces y potencias por campo unitario de 30 a 80 MW.

Sistemas de torre o de receptor central: Consisten en un campo de helióstatos que siguen la posición del Sol en todo momento (elevación y acimut) y orientan el rayo reflejado hacia el foco colocado en la parte superior de una torre. Los órdenes de concentración son de 200 a 1.000 y las potencias unitarias de 10 a 200 MW.

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

Discos parabólicos: Son pequeñas unidades independientes con reflector parabólico habitualmente conectado a un motor Stirling situado en el foco. Los niveles de concentración son superiores (1.000-4.000) y las potencias unitarias son de 5 a 25 kW.

A pesar del indudable potencial de las Tecnologías de Concentración Solar (TCS) y del éxito operacional de las plantas SEGS en California, cuyos 354 MW suministran desde hace 15 años el 90% de la electricidad comercial de origen solar en el mundo, la realidad muestra que todavía no se ha conseguido el deseado “breakthrough” y que las CET tengan aceptación y un uso comercial amplio. Un estudio independiente promovido por el Banco Mundial [5], confirma a las TCS como la forma más económica de producir electricidad a gran escala a partir de la energía solar. Su diagnóstico sitúa, no obstante, el coste directo de capital de una CET en 2,5 a 3,5 veces el de una planta térmica convencional y la electricidad que producen alcanza un precio de generación de 2 a 4 veces superior.

	Cilindro-parabólicos	Receptor Central	Discos Parabólicos
Potencia	30-80 MW*	10-200 MW*	5-25 kW
Temperatura operación	390 °C	565 °C	750 °C
Factor de capacidad anual	23-50 %*	20-77 %*	0.25
Eficiencia pico	20.0 %	23.0 %	29,4 %

	Cilindro-parabólicos	Receptor Central	Discos Parabólicos
Eficiencia Neta Anual	11-16 %*	7-20 %*	12-25 %
Estado comercial	Disponible comercialmente	Demostración	Prototipos-demostración
Riesgo Tecnológico	Bajo	Medio	Alto
Almacenamiento disponible	Limitado	Sí	Baterías
Diseños híbridos	Sí	Sí	Sí
Coste W instalado			
€/W	3,49-2,34*	3,83-2,16*	11,00-1,14*
€/Wp**	3,49-1,13*	2,09-0,78*	11,00-0,96*

Tabla 4. * El rango indicado se refiere al periodo de 1997 al año 2030. ** €/Wp se refiere al coste por W instalado eliminando el efecto de almacenamiento de energía, tal y como se hace en la energía solar fotovoltaica.

Tecnología Espejos Fresnel.

Esta tecnología es de desarrollo muy incipiente y la primera central del mundo se ha ubicado en Murcia en la planta Puerto Errado 1, diseñada y desarrollada por Novatec Biosol. La tecnología Linear Fresnel, se diferencia visualmente por tener paneles planos en vez de cilindro parabólicos. La planta está formada por varias líneas paralelas de espejos captan la energía solar y la envían a dos colectores en los que se produce la vaporización del agua. El vapor resultante puede ser usado para generación directa de electricidad,

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

para aplicaciones industriales que usan vapor o como vapor suplementario para calderas de plantas ya existentes de generación de energía.

La energía obtenida es menor en cuanto a temperatura del vapor sin embargo entre las ventajas se cuenta el hecho de utilizar 3 Ha/MW frente a las 10 Ha/MW de otras tecnologías

La potencia de esta primera planta instalada en Murcia es reducida, 1,4 megavatios (MW), y se estima un funcionamiento de 1.400 a 1.500 horas anuales con lo que producirá casi dos gigavatios hora anuales.

6.3.2.1. Barreras tecnológicas y comerciales a las CET

Como ya se ha descrito con anterioridad, las CET están llamadas a jugar un papel relevante en la producción de electricidad a gran escala. Las tres tecnologías de concentración solar, si bien presentan diferencias de costes en la primera fase de implantación, proyectan posteriormente costes de producción muy similares, dependiendo la selección de la tecnología sobre todo del tipo de aplicación y de despacho de la electricidad generada.

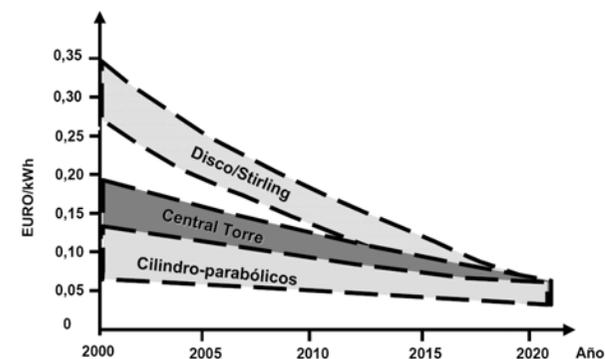
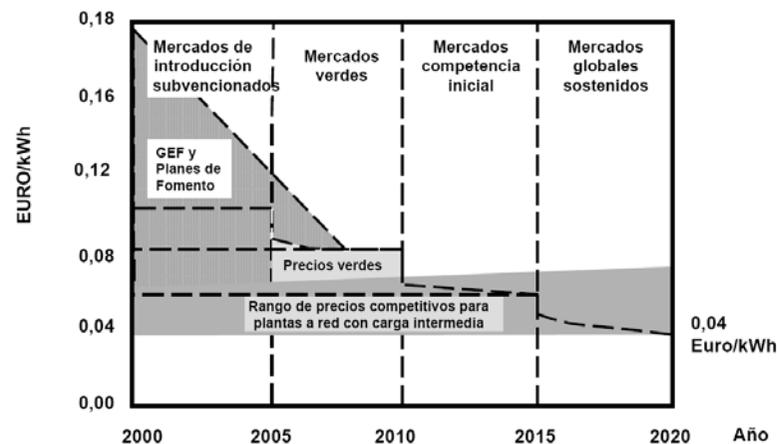


Ilustración 3. Evolución prevista del coste de la electricidad en el período 2000-2020 producida para las tres tecnologías de CET (Fuente: Agencia Internacional de la Energía-SolarPACES)



Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

Ilustración 4. Estrategia de penetración en el mercado de las CET (Fuente: Agencia Internacional de la Energía-SolarPACES)

6.3.2.2. Estado del Arte

El mayor desarrollo se está produciendo en el entorno de las tecnologías para la generación directa o indirecta de energía mediante CET's.

El número de agentes científicos e industriales involucrados en el I+D de las CET es, hoy en día, reducido, si bien está aumentando de forma significativa en los últimos años.



Ilustración 5. Distribución geográfica de plantas termosolares en España (activas y proyectadas).

Desde el año 1977 existe un marco estable de colaboración internacional dentro de la Agencia Internacional de la Energía denominado SolarPACES (Solar Power and Chemical Energy Systems) que cubre proyectos de investigación y demostración en sistemas de concentración solar para producción de electricidad, calor industrial y procesos químicos. SolarPACES recoge la participación activa de Centros Tecnológicos y Empresas de 14

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

países comprometidos con el desarrollo tecnológico y la implantación de las CET, entre los que España, Alemania, EEUU, Israel y Australia presentan un claro liderazgo. La Plataforma Solar de Almería, centro de ensayos en sistemas de concentración solar del CIEMAT, juega un papel determinante dentro de este marco de colaboración internacional.

El proyecto SolarPACES tuvo su origen en el proyecto SSPS (Small Solar Power Systems) de la AIE que concentró en el año 1977 la colaboración de ocho países en la construcción de las plantas CRS (Central Receiver System) y DCS (Distributed Collector System) de 500 kW cada una. En la misma época se añadió a estas plantas el proyecto CESA-1 promovido por la Administración Española con una planta de torre de 1,2 MW. Las instalaciones de la PSA se han ido enriqueciendo con posterioridad en los años 80 y 90 con la incorporación de nuevos colectores cilindroparábolicos experimentales como LS3 y DISS, un horno solar y los discos-Stirling DISTAL. La colaboración internacional amparada por la AIE a través de SolarPACES y el apoyo de distintos proyectos de investigación y de movilidad científica desde la CE, la mayoría de ellos con la PSA como centro de acogida de los ensayos y experimentación, hacen que la revisión de los esfuerzos y desarrollos en tecnología termosolar de concentración pasen por las actividades de I+D realizadas en esta instalación científica de CIEMAT.

Entre las tecnologías que se encuentra actualmente en estado experimental se encuentran.

6.3.2.3. Tecnología de colectores cilindro-parabólicos

La tecnología de las plantas termosolares con captadores cilindro parabólicos (CCP) ha sido mejorada significativamente desde las primeras plantas, que se instalaron a principios de los años 80. Buena prueba de ello es la drástica reducción de costes que se ha ido alcanzando, gracias en gran medida a la valiosa aportación realizada por la empresa LUZ Internacional, que fue la promotora de las ocho plantas SEGS que se encuentran actualmente en servicio en California (USA). A pesar de la clara reducción de costes, aún nos encontramos fuera del rango de competitividad con las plantas convencionales de ciclo combinado que consumen gas natural. Esto obliga a abaratar aún más el coste de la electricidad generada con las plantas termosolares con CCP.

Diversos estudios de viabilidad han sido realizados durante los últimos años. Se ha estudiado la viabilidad de extrapolar la experiencia Californiana de las plantas SEGS a España y Marruecos, así como la viabilidad de plantas de CCP con generación directa de vapor en el tubo absorbente, una de las mejoras tecnológicas más prometedoras para este tipo de CET. También se ha realizado el prediseño de una CET con CCP en Egipto.

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

15% Menor coste de inversión en el campo solar

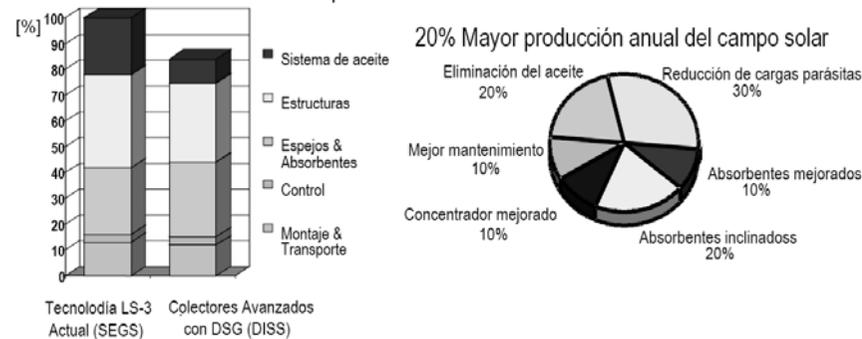


Ilustración 6. Beneficios esperados del proyecto DISS

Todos estos proyectos y estudios de viabilidad llegaron a la conclusión de que existe un gran mercado potencial para las plantas termosolares, y una reducción de los costes de la electricidad generada por estas plantas conduciría inmediatamente a la implementación comercial de este tipo de sistemas.

A este ambicioso programa de I+D se le dio el nombre de proyecto DISS (Direct Solar Steam). Según los estudios realizados, la implementación de todas las mejoras perseguidas en el proyecto DISS conduciría a un aumento del 20% en la producción eléctrica anual de este tipo de plantas termosolares y a una reducción del 15% en el coste de inversión inicial, provocando una reducción del 30% en el coste final de la electricidad

generada. El 65% de esta reducción en el coste de electricidad sería debido a la introducción del proceso DSG, mientras que el 35% restante es debido a los otros componentes. La **Ilustración** muestra el desglose de estas reducciones de costes y mejoras tecnológicas.

El proyecto DISS ha aglutinado a un Consorcio internacional compuesto por empresas eléctricas, Ingenierías, Industrias y Centros de Investigación, que bajo la coordinación del CIEMAT han estado trabajando desde 1996 para la consecución de los objetivos explicados anteriormente.

La primera fase del proyecto DISS comenzó en enero de 1996 y terminó en noviembre de 1998, con una financiación importante de la CE dentro de su Programa JOULE y promovida por un consorcio liderado por CIEMAT, con la participación de DLR, ENDESA (con INITEC como principal subcontratista), IBERDROLA, INABENSA, PILKINGTON Solar, SIEMENS, UNIÓN ELÉCTRICA FENOSA y ZSW. Las actividades principales dentro de la primera fase estuvieron relacionadas con el diseño y construcción de una instalación de ensayos DSG en la Plataforma Solar de Almería (PSA) del CIEMAT para poder estudiar, en condiciones reales de operación, las interrogantes técnicas que existían con relación al proceso DSG. La implementación de esta instalación ha colocado al CIEMAT a la cabeza de la investigación mundial en el campo de la generación directa de vapor a alta presión y temperatura con CCP.

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

La segunda fase del proyecto DISS comenzó oficialmente en diciembre de 1998, con una duración de 37 meses, estando dedicada fundamentalmente a realizar una completa campaña de ensayos DSG en la instalación implementada en la PSA durante la primera fase del proyecto. Esta segunda fase cuenta también con la ayuda financiera de la Comisión Europea dentro del programa JOULE. El Consorcio de esta fase está también coordinado por el CIEMAT, contando con la participación de DLR, ENDESA, INITEC, IBERDROLA, INABENSA, PILKINGTON Solar, y ZSW.

Los resultados experimentales conseguidos hasta el momento en la PSA dentro de la segunda fase del proyecto DISS han puesto de manifiesto que la generación directa de vapor con CCP es viable y presenta un alto potencial para reemplazar a la tecnología HTF en el plazo de unos cinco años. El lazo de ensayos DSG instalado en la PSA fue operado durante más de 2.500 horas hasta junio de 2001, produciéndose directamente, en los tubos absorbentes de los CCP, vapor sobrecalentado a 390°C, tanto a 30 bar, como a 60 bar y 100 bar.

Tras los buenos resultados experimentales conseguidos en el proyecto DISS, el próximo paso será la realización de la ingeniería de detalle de una primera planta DSG pre-comercial que aglutine todo el *know-how* y la experiencia adquirida por los socios del proyecto DISS.

Paralelamente con la realización del diseño de una primera planta pre-comercial, también se intentarán desarrollar nuevos componentes (recubrimientos selectivos, juntas rotativas, etc.) que hagan posible la producción de vapor sobrecalentado a temperaturas próximas a los 500°C, superando así el límite actual de los 400°C. También parece interesante el estudio de posibles sistemas de almacenamiento térmico para plantas DSG, ya que la particularidad de este nuevo proceso requiere sistemas de almacenamiento diferentes a los actualmente disponibles comercialmente.

Hay que destacar el trabajo realizado por el CIEMAT en el desarrollo de nuevos recubrimientos selectivos, espejos de primera superficie y recubrimientos anti-reflexivos con aplicación en los CCP. Actualmente existen acuerdos con entidades externas para la comercialización de algunos de los nuevos productos logrados por el CIEMAT.

Dentro del campo de los colectores cilindro parabólicos, el CIEMAT está participando también en el proyecto EUROTROUGH, dentro del cual se está desarrollando un nuevo diseño estructural para CCP. Este nuevo diseño será netamente Europeo y supondrá un avance importante en el desarrollo de las plantas termosolares con CCP.

6.3.2.4. Sistemas de receptor central

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

Los dos componentes de mayor relevancia en este tipo de plantas son los helióstatos y el receptor solar. El campo de helióstatos es un factor de enorme peso económico en el coste de la planta, llegando a representar hasta un 60% de la inversión en la parte solar, siendo el mecanismo de accionamiento y las facetas o superficie reflectante, con un 66 % del total, los elementos que más influyen en el coste. Un helióstato, de la actual generación, consta básicamente de una superficie reflectante, una estructura soporte, un mecanismo de accionamiento en acimut y en elevación, pedestal, cimentación y un sistema de control. El desarrollo de los helióstatos muestra una clara evolución desde los primeros, de pequeña superficie con una estructura pesada y rígida con segundas superficies acristaladas, a los más recientes de mayor tamaño, mucho más ligeros de peso y de más bajo coste con reflectores a base de espejos de alta reflectividad o polímeros plateados pegados sobre membranas tensionadas.

España ocupa un lugar de privilegio en la tecnología de helióstatos, habiendo participado CIEMAT activamente en la mayoría de los desarrollos nacionales. La tecnología de helióstatos de vidrio/metal se centra en unidades entre 70 m², como es el caso del helióstato COLON desarrollado por INABENSA. El helióstato Sanlúcar de 91 m² desarrollado por la misma compañía y el GM-100 de 105 m² desarrollado por CIEMAT, todos ellos ensayados en la PSA. Los precios se mueven, según los escenarios de

producción, entre las 110 y las 200 €/m². La disponibilidad de estos helióstatos ha resultado ser superior al 95% en la mayor parte de los casos y su calidad de imagen entre 2 y 2,5 mrad en rayo reflejado. La reflectividad promedio anual de un campo de helióstatos está entre el 85% y el 92%.

Un tipo de helióstato alternativo lo constituyen los denominados de membrana tensionada, donde la superficie reflectante está soportada sobre una fina membrana metálica rigidizada por tensión. El mayor hito logrado hasta el momento actual, es el helióstato de Steinmüller (ASM-150), también ensayado en la PSA, con 150 m² y una calidad de imagen de 2 mrad. A pesar de estos resultados, el helióstato de membrana no ha conseguido mejorar, por el momento, las expectativas de costes de los más probados helióstatos de vidrio/metal con espejo convencional.

En el campo de los receptores solares, la realidad es mucho más compleja, estando muy ligados los desarrollos al tipo de planta y el ciclo termodinámico considerados. Básicamente se dividen en receptores tubulares y receptores volumétricos atendiendo a proceso de intercambio en la superficie absorbente, y en externos o de cavidad atendiendo a la configuración de su alojamiento. Se han ensayado en el mundo una gran cantidad de configuraciones, buena parte de ellas en las instalaciones de la Plataforma Solar de Almería, con sodio líquido, sales fundidas, vapor saturado, vapor sobre-calentado, aire atmosférico y aire presurizado como fluidos

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

refrigerantes. Los receptores de tubos, tanto en cavidad como externos, han venido siendo los más usados en el pasado. Se han utilizado receptores de cavidad en la planta Francesa de Thémis, y en las plantas CRS (Receptor Sulzer) y CESA-1 de la PSA. También se han probado receptores externos en las plantas Solar One, CRS (Receptor AGIP / Franco Tosi) y Solar Two con sales fundidas. Las eficiencias de los receptores tubulares oscilan entre 80 y 93%, siendo los flujos máximos de radiación admitidos del orden de 700 kW.m², con la excepción del sodio fundido que admite densidades de flujo superiores.

Los receptores volumétricos están específicamente concebidos para optimizar el intercambio de calor con aire como fluido térmico, siendo el absorbedor iluminado una matriz o medio poroso (malla metálica o monolito cerámico), a través del cual fluye el gas de refrigeración. Pueden estar abiertos al exterior o con una ventana delante. Se consigue trabajar entre 700 °C y 850 °C de temperatura de salida con este tipo de receptores para absorbedores metálicos y más de 1.000 °C con absorbedores cerámicos. Los flujos máximos de radiación pueden sobrepasar los 1.000 kW.m², si bien las eficiencias térmicas son inferiores a las de los tubulares (70-80%).

Centrándonos en los últimos desarrollos con participación de CIEMAT, podemos destacar el receptor avanzado de sales RAS, el diseño de un receptor saturado de alta eficiencia para el proyecto COLON SOLAR y el

diseño y evaluación de nuevos prototipos de receptores volumétricos de aire caliente a presión atmosférica con absorbedor metálico como SIREC y cerámico como HITREC. CIEMAT está trabajando junto con la Agencia Aeroespacial Alemana desde el año 1999 en un receptor de aire presurizado llamado REFOS, que ha operado satisfactoriamente a una temperatura de 800 °C y una presión de 15 bar. El esfuerzo de diseño en el caso del receptor de cavidad de vapor saturado se centra en resolver los problemas hasta ahora asociados a la etapa de sobrecalentamiento en los receptores de vapor anteriores, consiguiéndose además altas eficiencias del orden del 94%. Hay importantes retos tecnológicos, no obstante, ligados a la controlabilidad del receptor y su integración híbrida con la caldera de recuperación. En el caso de los receptores volumétricos los esfuerzos actuales se centran en escalar la tecnología existente con absorbedor metálico desde los ya probados 2,5 MW a los 55 MW, en resolver los problemas asociados a la inestabilidades observadas en el flujo de aire, reducir las elevadas pérdidas térmicas por recirculación de aire y en el desarrollo de nuevos conceptos con absorbedor cerámico que permitan operar a temperaturas más altas.

6.3.2.5. Repercusiones socioeconómicas

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

A la larga lista de beneficios ambientales, económicos y de eficiencia energética descritos en esta guía, hay que añadir los sociales. La energía solar térmica genera una actividad económica y, como tal, contribuye a la creación de empleo, en especial al impulso de empresas de carácter local.

El tejido empresarial del sector solar térmico de baja temperatura en nuestro país está constituido por empresas de muy diferentes perfiles. La comercialización e instalación se realiza a través de un importante grupo de pequeños suministradores e instaladores, la fabricación de los equipos de captación solar se encuentra en manos de productores nacionales y de importadores y distribuidores de compañías extranjeras.

En España existen al menos 12 fabricantes de captadores solares. La producción de los captadores se realiza, en general, con procesos de fabricación poco mecanizados y fábricas de pequeña entidad, debido al bajo volumen de mercado y a que, tradicionalmente, el sector ha estado muy focalizado en determinadas zonas geográficas.

Entre ellos, también existe un núcleo de fabricantes con cobertura nacional, cuyos procesos de fabricación están más mecanizados, que tienen un mayor potencial económico y comercial, y que en los últimos años han incorporado a su catálogo de productos nuevas aplicaciones solares térmicas de frío y calefacción.

Un segundo y muy fragmentado grupo de empresas se dedica a la venta e instalación de sistemas de energía solar. Este segmento está constituido por lo que podemos considerar PYMES de ámbito regional o local, generalmente ubicadas en los puntos de venta. Las empresas de este tipo suelen encargarse de realizar instalaciones sencillas y en el caso de que el proyecto exceda de su capacidad, recurren a operarios de mayor entidad o al fabricante para realizar conjuntamente el proyecto y la propia instalación.

Finalmente, un tercer grupo está constituido por un número creciente de importadores/distribuidores que han incrementado su peso en el mercado en los últimos años. Su actividad se centra en traer captadores procedentes de países con procesos de fabricación más mecanizados, por lo que el coste de producción es menor, introduciendo así un producto de calidad y económicamente competitivo.

Dentro de la cifra global de 385 empresas dedicadas a actividades de energía solar en cualquiera de sus fases, sólo un porcentaje reducido es capaz de mantenerse íntegramente con el negocio de la energía solar, siendo para la mayoría de ellas algo colateral que les amplía el número de clientes e incrementa su cifra de negocios dedicada normalmente al diseño, venta, montaje y mantenimiento de equipos de agua caliente sanitaria y climatización en general.

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

En este escenario, la firme decisión de los estados miembros de la Unión Europea a fomentar la instalación de placas solares en las azoteas del Viejo Continente, junto al aumento del nivel de ayudas y la entrada en vigor, en España, del Código Técnico de la Edificación, vendrá a dar un impulso definitivo al sector económico de la solar térmica. Las previsiones apuntan a que el ritmo de creación de puestos de trabajo en nuestro país se podría multiplicar por treinta en los próximos años, pasando de los 1.600 empleados con los que cuenta en la actualidad a 50.000 en el año 2010. Esto supone un gran impacto social, sobre todo si tenemos en cuenta que el sector solar térmico está constituido mayoritariamente por pequeñas y medianas empresas.

6.3.2.6. La energía termosolar en el mundo

La energía termosolar constituye una de las tecnologías con un potencial de expansión inminente.

Las últimas cifras manejan 16.500 Millones de euros para centrales de distintas tipologías sólo en los mercados indio y estadounidense.

6.3.2.6.1. El Plan SOLAR Mediterráneo (PSM)

Destaca el Plan Solar Mediterráneo (PSM) con una potencia estimada de 20.000 MW instalados en el año 2020 en el llamado Cinturón Rojo. La iniciativa es una de las propuestas destacadas de la Unión por el Mediterráneo, organización creada en 2008 y que aglutina a los países ribereños del Mediterráneo tanto europeos como africanos. Las inversiones se estiman en 38.000 millones de euros en los próximos diez años.

La puesta en marcha de las centrales, escalonadamente está prevista para el 2011.

5 GW se comercializarán en el mercado Europeo de electricidad, al precio que el mercado atribuya a las renovables. Ello permitirá convertir en rentables los otros quince gigavatios de potencia instalada, destinada a producir electricidad para la demanda interna magrebí y makrechí, vendida a precios asequibles en el marco de la lucha contra la pobreza y por el desarrollo.

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

6.3.2.7. La energía termosolar en la Región de Murcia

La Región de Murcia posee un gran potencial solar.

Actualmente hay diversas instalaciones de plantas de producción de energía eléctrica mediante tecnología termosolar que inclusiones están tramitando en el Registro de Productores del Régimen Especial y que se reflejan en el cuadro adjunto.

Central Termosolar	Municipio	Potencia (MW)	Tecnología
Consol Caravaca I	Caravaca de la Cruz	49,9	Espejo parabólico-cilíndrico
Murciasol I PST	Caravaca de la Cruz	49,9	Espejo parabólico-cilíndrico
Don Gonzalo I	Lorca	30	espejos fresnel
Don Gonzalo II	Lorca	30	espejos fresnel
Don Gonzalo III	Lorca	30	espejos fresnel
Ibersol-Murcia	Lorca	49,9	Espejo parabólico-cilíndrico
Puerto Errado <u>II</u>	Calasparra	30	Espejo fresnel
PST Luzentia	Jumilla	49,9	Espejo parabólico-cilíndrico
Jumilla Solar I	Jumilla	49,9	Espejo parabólico-cilíndrico
PHM-3	Caravaca de la Cruz	49,9	Espejo parabólico-cilíndrico
PHM-4	Caravaca de la Cruz	49,9	Espejo parabólico-cilíndrico
PHM-5	Caravaca de la Cruz	49,9	Espejo parabólico-cilíndrico
PHM-6	Caravaca de la Cruz	49,9	Espejo parabólico-

Central Termosolar	Municipio	Potencia (MW)	Tecnología
			cilíndrico
PHM-7	Caravaca de la Cruz	49,9	Espejo parabólico-cilíndrico
PHM-8	Caravaca de la Cruz	49,9	Espejo parabólico-cilíndrico
Fuente Álamo	Fuente Álamo	49,9	Espejo parabólico-cilíndrico
PTS Ibewrsol Murcia	Jumilla	49,9	Espejo parabólico-cilíndrico
PTS Sotana	Sotana	30	Torre

Fuente: Registro de Productores en Régimen Especial y DGIEM.

Ello permite abordar objetivos impensables hace tan sólo unos años.

La única planta, de tecnología espejos fresnel, operativa en la actualidad es la de Puerto Errado I, de 1,4 MW, en Calasparra.

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

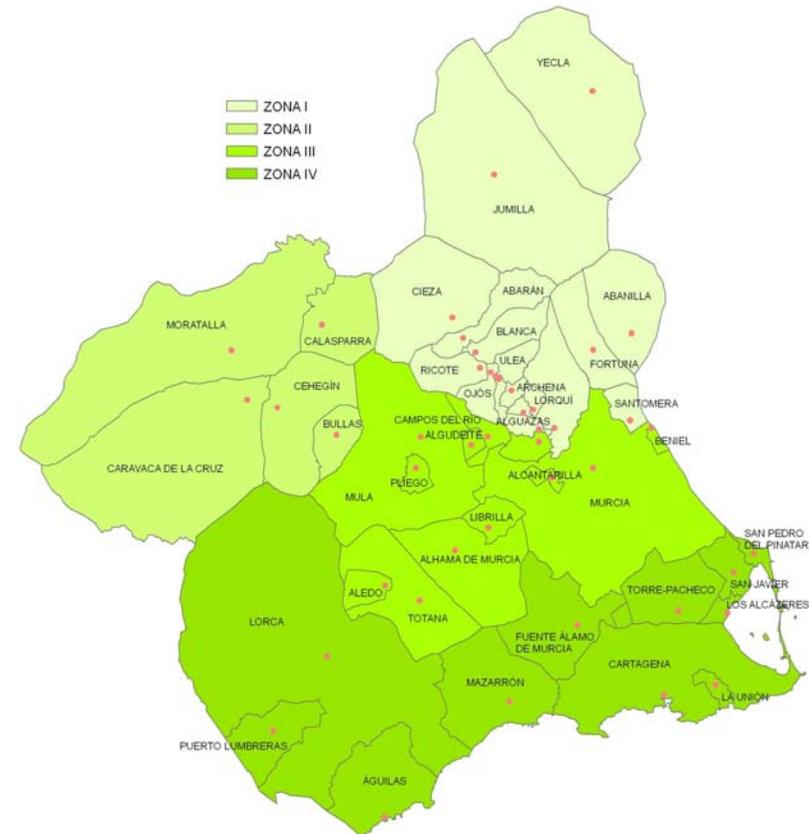
6.3.2.8. Barreras.

Las barreras que se han detectado para el desarrollo de la energía termosolar son:

- Requiere de una mayor especialización técnica en el montaje y la explotación de la central, ya que se trata de ciclos termodinámicos con fluidos a elevada temperatura, siendo el más extendido el ciclo de vapor.
- Requiere de un espacio extenso (130 Ha) con una orientación adecuada.
- Presenta la limitación de la capacidad de evacuación de la energía eléctrica generada por el sistema, en competencia con otras fuentes de energía.
- Necesidad de agua.

6.3.2.9. Objetivos.

Dada la previsión actual y la rapidez de maduración del mercado se plantea como asumible el siguiente objetivo.



Zona termosolar	Año 2007		Año 2016	
	Pot (MW)	ktep	Pot (MW)	ktep

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

Zona I	-	-	150	23
Zona II	-	-	200	31
Zona III	-	-	50	8
Zona IV	-	-	100	15
TOTAL	-	-	500	77

6.3.2.10. Medidas.

Las medidas que se propone adoptar son la diligencia en las tramitaciones adecuadas según la legislación aplicable y las gestiones para garantizar la existencia de infraestructuras adecuadas, de evacuación, ya que entra en clara competencia con otros tipos de energía en los nudos de evacuación.

6.3.2.11. Referencias

- [1]. Becker M., Macias M., Ajona J.I. (1996): 'Solar Thermal Power Stations', En:"The future for renewable energy. Prospects and directions", Ed. EUREC-Agency, James&James Science, London, ISBN 1-873936-70-2.
- [2]. Winter C.J., Sizmann R.L., Vant-Hull L.L. (Eds) (1991), "Solar Power Plants", Springer-Verlag, Berlin, ISBN 3-540-18897-5.
- [3]. Baonza F., Marcos M.J., Romero M., Izquierdo M. (2000), " Integración de pequeñas Plantas Solares de Torre en Sistemas de Cogeneración Aislados", Colección Documentos CIEMAT, CIEMAT, Madrid, noviembre 2000, ISBN: 84-7834-380-6.
- [4]. DeMeo E.A., Galdo J.F. (1997), "Renewable Energy Technology Characterizations", TR-109496 Topical Report, December 1997, U.S. DOE-Washington and EPRI, Palo Alto, California.
- [5]. Enermodal Engineering Ltd. (1999). "Cost Reduction Study for Solar Thermal Power Plants. Final Report". Prepared by Enermodal Engineering Ltd. in association with Marbek Resource Consultants Ltd., by contract of World Bank/GEF, Washington D.C., May 5, 1999.
- [6]. Lotker, M. (1991) " Barriers to Commercialization of Large Scale Solar Electricity. The LUZ experience". Informe técnico publicado por Sandia National Laboratories, Ref.: SAND91-7014.

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

- [7]. Centrales à Tour: Conversion Thermodynamique de l'Energie Solaire (1982), Entropie No. 103, Vol. especial.
- [8]. Radosevich L.G., Skinrood A.C. (1989), "The power production operation of Solar One, the 10 MWe solar thermal central receiver pilot plant", J. Solar Energy Engineering, 111, 144-151.
- [9]. Pacheco J.E., Gilbert R. (1999), "Overview of recent results of the Solar Two test and evaluations program". En Renewable and Advanced Energy Systems for the 21st Century RAES'99 April 11–15, 1999 — Maui, Hawaii, pp. RAES99-7731, Eds.R. Hogan, Y. Kim, S. Kleis, D. O'Neal and T. Tanaka; ASME, New York, 1999. ISBN: 0-7918-1963-9.
- [10]. Gould W.J., Zavoico A.B., Collier W.E., Grimaldi I. (2000), "Solar Tres 10 MWe Central Receiver Project". Energy 2000-The beginning of a new millenium. Ed. in chief: P. Catania.; Energex 2000: Proceedings of the 8th International Energy Forum, Las Vegas, NV, July 23-28, 2000. pp. 394-399. ISBN: 1-58716-016-1.
- [11]. Ruiz V., Silva M, Blanco M. (1999), "Las centrales energéticas termosolares", Energía, No. 6, Año XXV, 47-55
- [12]. Osuna R., Fernández V., Romero M. and Marcos M.J., (2000), "PS10: A 10 MW solar tower power plant for southern Spain". Energy 2000-The beginning of a new millenium. Ed. in chief: P. Catania.; Energex 2000: Proceedings of the 8th International Energy Forum, Las Vegas, NV, July 23-28, 2000. pp. 386-393. ISBN: 1-58716-016-1.
- [13]. Schmitz-Goeb M, Keintzel G. (1997), "The Phoebus solar power tower", In Proceedings of the 1997 ASME Int. Solar Energy Conf., 27-30 April, 1997, Washington D.C., Ed. D.E. Claridge and J.E. Pacheco, ASME, New York, pp. 47-53.
- [14]. Stine W., Diver R.B (1994), "A Compendium of Solar Dish/Stirling Technology", report SAND93-7026; Sandia National Laboratories, Albuquerque, New Mexico.
- [15]. Diver R., Andraka C., Rawlinson K., Thomas G., Goldberg V. (2001), "The Advanced Dish Development system project", Proceedings of Solar Forum 2001 Solar Energy: The Power to Choose April 21-25, 2001, Washington, DC, Ed. S. J. Kleis and C.E.. Bingham, ASME, New York (CD-Rom).
- [16]. Stone K., Leingang E., Rodriguez G., Paisley J., Nguyen J., Mancini T., Nelving H. (2001), "Performance of the SES/Boeing Dish Stirling System", Proceedings of Solar Forum 2001 Solar Energy: The Power to Choose April 21-25, 2001, Washington, DC, Ed. S. J. Kleis and C.E.. Bingham, ASME, New York (CD-Rom).

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

- [17]. Schiel W., Keck T., Kern J., Schweitzer A. (1994), "Long term testing of three 9 kW dish/Stirling systems", Solar Engineering 1994, ASME 1994 Solar Engineering Conference, pp. 541-550.
- [18]. Tyner C.E., Kolb G.J., Geyer M., Romero M. (2001), "Concentrating Solar Power in 2001: An IEA SolarPACES Summary of Present Status and Future Prospects", International Energy Agency, Solar PACES. - 21 -
Energía Solar Termoeléctrica
- [19]. Grasse W., Tyner C.E., Steinfeld A. (1999) "International R&D collaboration in developing solar thermal technologies for electric power and solar chemistry: The SolarPACES program of the International Energy Agency (IEA)", Journal de Physique IV, Symposium Series, 9, Pr3-9-15.
- [20]. Klaiss, H.;Staiss, F. (1992) "Solar Thermal Power Potential In The Mediterranean Area" Editorial Springer-Verlag
- [21]. ENDESA, FLAGSOL, "Prefeasibility study on the Electricity Production with Parabolic Troughs in the Mediterranean Area", performed in 1.994, with the financial support of the EU (DG-I).
- [22]. Ajona, J.I. "Benefits Potential of Electricity Production with Direct Steam Generation in Parabolic troughs". Libro Publicado por el CIEMAT en octubre de 1994, Doc. R2E35/BEN/01/94.
- [23]. Dagan, E.; Müller, M.; Lippke, F. "Direct Solar Steam Generation in Parabolic Trough Collectors". Libro editado por la Plataforma Solar de Almería, Almería 1992. Documento DISS R-03/92
- [24]. Müller, M; et all. "Direct Solar Steam in Parabolic Trough Collectors (DISS). Predesign of a flexible PSA-Based Test Facility". plataforma Solar de Almería. Project DISS Technical Report R-10/94. Almería, 1994
- [25]. Osuna R., F. Cerón, M. Romero y G. García (1999), "Desarrollo de un prototipo de helióstato para la planta Colón Solar". Energía. Año XXV No. 6 (1999) 71-79.
- [26]. Monterreal, R., Romero, M., García, G. and Barrera, G., "Development and testing of a 100 m² glass-metal heliostat with a new local control system". Libro: Solar Engineering 1997, pp. 251-259, Eds. D.E. Claridge and J.E. Pacheco, Editorial: ASME, New York, 1997. ISBN: 0-7918-1556-0.
- [27]. Weinrebe, G., Schmitz-Goeb, M. and Schiel, W., (1997), "On the performance of the ASM150 stressed membrane heliostat", 1997 ASME/JSME/JSES Int. Solar Energy Conference, April 27-30, Washington, DC (USA), Solar Engineering: 1997.
- [28]. Leon, J., Sanchez-Gonzalez, M., Romero, M., Sanchez-Jimenez, M. and Barrera, G., (1994), "Design and first test of an advanced salt receiver based on the internal film concept". Libro: 7th Int. Symp. on Solar Thermal

Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Solar

Concentrating Technologies, Vol. 4, pp. 921-933, E. Shpilrain (Ed.). Editorial: Institute for High Temperatures of Russian Academy of Sciences (IVTAN), Moscow, Russia. ISBN: 5-201-09540-2.

[29]. Peral V., Valverde A., Ballestrín, Alarcón D. (1999), "Receptor solar integrado con caldera de recuperación de gases de turbina". *Energía*. Año XXV No. 6 (1999) 88-95.

[30]. Tellez F.M., Romero M., Marcos M.J. (2001), "Design of "SIREC-1" wire mesh open volumetric solar receiver prototype", En *Solar Engineering 2001, Proceedings of the Int. Solar Energy Conference, ASME Solar Energy Division, April 21-25, 2001, Washington D.C.*, Ed. S.J. Kleis and C.E. Bingham, ASME, New York (CD-Rom).

[31]. Hoffschmidt B., Pitz-Paal R, Böhmer M., Fend T., Rietbrock P. (1999), "200 kWth open volumetric air receiver (HiTRec) of DLR reached 1000°C average outlet temperature at PSA", *J. Phys. IV France*, 9, Pr3-551-556.

[32]. Buck R., Braüning T., Denk T., Pfänder M., Schwarzbözl P., Tellez F. (2001), "Solar-Hybrid Gas Turbine-Based Power Tower Systems (REFOS)", En *Solar Engineering 2001, Proceedings of the Int. Solar Energy Conference, ASME Solar Energy Division, April 21-25, 2001, Washington D.C.*, Ed. S.J. Kleis and C.E. Bingham, ASME, New York (CD-Rom).

[33] Solavent. Apuntes de energía solar térmica. Enero de 2005.

[34] ESTIF. Informe de la Federación de la Industria Solar Térmica Europea (ESTIF). Junio de 2005.

[35] ASIT. Informe de la Asociación Solar de la Industria Térmica (ASIT) sobre desarrollo del mercado español y perspectivas. Junio de 2005.

[36] IDAE. Plan de Energías Renovables 2005-2010. Madrid: IDAE. 2005.

[37] Agencia Internacional de la Energía. Informe anual de la IEA Solar Heating and Cooling Programme sobre los sistemas solares en la refrigeración de edificios. 2005.

[38] Agencia Internacional de la Energía. Informe del mercado de la energía solar térmica en el mundo de a IEA Solar Heating and Cooling Programme. 2005.



Región de Murcia

Consejería de Universidades, Empresa e Investigación
Dirección General de Industria, Energía y Minas

6.3.3. Energía solar fotovoltaica

La energía fotovoltaica cuenta con un gran desarrollo a nivel mundial. A pesar del bajo rendimiento energético, la simplicidad de la instalación, la seguridad en el suministro y la reducida afección al medioambiente hacen de esta energía una de las principales fuentes de desarrollo del sector de las renovables.

Al igual que el resto de las renovables, los objetivos acordados por la UE han impulsado su desarrollo si bien en unos términos no deseados. La fotovoltaica, por su bajo rendimiento, su carácter estático, su adaptación a la arquitectura y su inocuidad medioambiental, está especialmente diseñada para su integración en la edificación contribuyendo a desarrollar la generación distribuida.

La legislación específica que regula la conexión de estas instalaciones directamente a la red de baja tensión no ha conseguido el efecto deseado en el desarrollo de estas instalaciones, debido principalmente al coste de inversión, lo que, a pesar de las primas establecidas, la ha convertido en un activo financiero más que en una energía de fácil acceso y ha provocado la expansión del sector en forma de huertas fotovoltaicas, lejos de las áreas de consumo, contrariamente a lo pretendido por los órganos administrativos.

La energía solar, constituye una de las claves de desarrollo de los países carentes de recursos energéticos de origen fósil. En las

Las Energías Renovables. Energía Solar Fotovoltaica

sociedades avanzadas, la energía solar fotovoltaica, es el mejor instrumento para el logro de los compromisos adquiridos en Kyoto para hacer frente al cambio climático, debido a la ausencia de emisiones al ambiente, a la par que carece de impactos destacables sobre la avifauna por la propia configuración de la instalación. Como ventaja añadida, los terrenos o superficies sobre las que descansan los captadores fotovoltaicos se pueden regenerar con facilidad devolviéndoles las características iniciales, por lo que el impacto edafológico es reversible minimizando de esta forma las afecciones al entorno.

La producción de energía a partir de captadores fotovoltaicos ha pasado de la electrificación rural aislada a constituir un elemento habitual en la edificación. Así, países como Alemania, España, Italia, Japón y Estados Unidos han potenciado mediante instrumentos normativos y legislación la implantación de estos sistemas.

6.3.4. Instalaciones aisladas de la red eléctrica

Estos sistemas se emplean sobre todo en aquellos lugares en los que no se tiene acceso a la red eléctrica y resulta más económico instalar un sistema fotovoltaico que tender una línea entre la red y el punto de consumo.

Como los paneles sólo producen energía en las horas de sol y la energía se puede necesitar durante las 24 horas del día, es necesario un sistema de acumulación. Durante las horas de luz solar hay que producir más



Región de Murcia

Consejería de Universidades, Empresa e Investigación
Dirección General de Industria, Energía y Minas

energía de la que se consume para acumular el exceso y posteriormente poder utilizarlo cuando no se esté generando.

La cantidad de energía que se necesita acumular se calcula en función de las condiciones climáticas de la zona y el consumo de electricidad. De tal manera que en una zona donde haya muchos días soleados al año habrá que acumular poca energía. Si el periodo sin luz es muy largo, hay que acumular más energía.

Conviene utilizar electrodomésticos e iluminación de bajo consumo, para que de esta manera el sistema sea más económico. Actualmente existe una gran variedad de estos productos de bajo consumo.

Las principales aplicaciones de los sistemas aislados de la red eléctrica son:

- Telecomunicaciones: Existen multitud de equipos de telecomunicación situados en zonas de difícil acceso, alejados de la red eléctrica, tales como repetidores de televisión, equipos de radio, antenas de telefonía móvil, etc.
- Señalización marítima y terrestre, balizamiento de aeropuertos, señalización de carreteras, puertos, y alumbrado de calles y carreteras.
- Bombeo: Estas instalaciones se adaptan muy bien a las necesidades ya que en los meses más soleados, que es

Las Energías Renovables. Energía Solar Fotovoltaica

normalmente cuando más agua se necesita, es cuando más energía se produce.

- Zonas protegidas: en parajes naturales, motivos de protección ambiental
- Electrificación de viviendas aisladas: más rentable que la aplicación tradicional, debida no sólo al coste de instalar el tendido eléctrico sino también a la calidad del suministro.
- Sistemas centralizados para poblaciones rurales aisladas

6.3.5. Instalaciones conectadas a la red eléctrica

Esta aplicación se ajusta a la curva de demanda eléctrica, ya que el momento en que más energía genera los paneles, cuando hay luz solar, es cuando más electricidad se demanda.

En España, la electricidad generada con sistemas fotovoltaicos goza de una tarifa que mejora su rentabilidad económica.

Para que estas instalaciones sean técnicamente viables es necesario:

- La existencia de una línea de distribución eléctrica cercana con capacidad para admitir la energía producida por la instalación fotovoltaica.
- La determinación, con la compañía distribuidora, del punto de conexión.



Región de Murcia

Consejería de Universidades, Empresa e Investigación
Dirección General de Industria, Energía y Minas

- Proyectar un sistema que incluya equipos de generación y transformación de primera calidad, con las protecciones establecidas y debidamente verificados y garantizados por los fabricantes, de acuerdo a la legislación vigente.

En las instalaciones conectadas a red, el tamaño de la instalación no depende del consumo de electricidad de la vivienda o edificio, lo que simplifica enormemente su diseño.

El usuario sigue comprando la electricidad que consume a la distribuidora al precio establecido y además es propietario de una instalación generadora de electricidad que puede facturar los kWh producidos a un precio sensiblemente superior.

6.3.5.1. Aplicaciones

Las principales aplicaciones de los sistemas conectados a la red eléctrica son:

- Cubiertas de viviendas: Son sistemas modulares de fácil instalación donde se aprovecha la superficie de tejado existente para sobreponer los módulos fotovoltaicos. Se prevé que en España, sea una aplicación generalizada en los próximos años.
- Plantas de producción: Existen algunos ejemplos de plantas de producción, aunque la mayoría han sido proyectos de demostración. Las plantas de producción de electricidad son aplicaciones de carácter industrial que pueden instalarse en

Las Energías Renovables. Energía Solar Fotovoltaica

zonas rurales no aprovechadas para otros usos sobrepuestos en grandes cubiertas de áreas urbanas (aparcamientos, zonas comerciales, áreas deportivas, etc.). Para aumentar la capacidad de producción de una planta fotovoltaica de producción eléctrica hasta en un 25% se suelen utilizar sistemas de seguimiento del sol.

- Integración en edificios: En esta aplicación es prioritario el nivel de integración del elemento fotovoltaico en la estructura del edificio. Por integración fotovoltaica debemos entender la sustitución de elementos arquitectónicos convencionales por nuevos elementos arquitectónicos que incluyen el elemento fotovoltaico, y que por lo tanto son generadores de energía.

La demanda de energía del sector terciario en la Unión Europea está creciendo de forma significativa, por lo que la integración de sistemas fotovoltaicos en edificios, con aportaciones energéticas en las horas punta, contribuye a reducir la producción diurna de energía convencional

6.3.6. Situación de la Energía Solar Fotovoltaica en el mundo.

El mercado fotovoltaico mundial se ha expandido rápidamente en la última década, y se espera que continúe la tendencia los próximos años. Alrededor del 2010, se espera que la potencia instalada alcance los 7GWp. Sin embargo, es evidente que tal crecimiento necesita de un soporte institucional que actualmente no se da en muchos países.



La electricidad solar fotovoltaica no solo se convertirá en una fuente económica en las próximas décadas, sino también limpia, segura y confiable, enfocada a las necesidades del próximo siglo.

expectativas del mercado chino son buenas después de la aprobación en 2005 de la Ley de Energías Renovables para lo cual se establece un objetivo para el año 2010 de 450 Mw de potencia instalada.

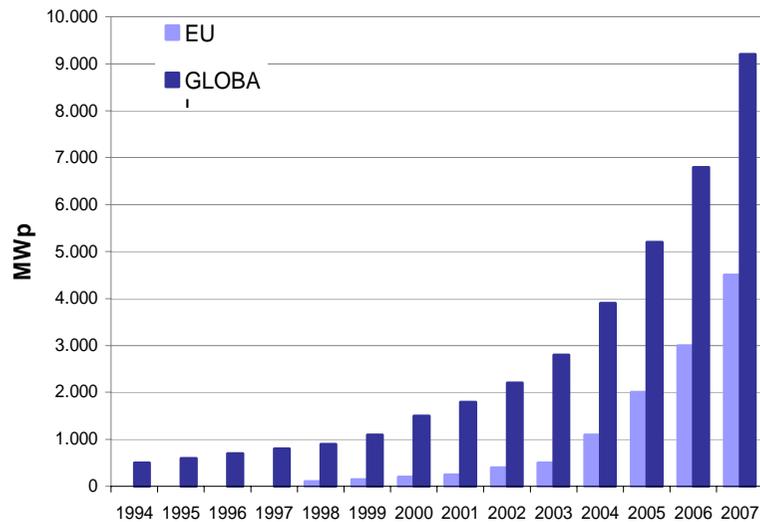


Ilustración 5. Potencia instalada acumulada

En Estados Unidos hay muchos Estados que han adoptado objetivos que obligan a las compañías eléctricas a incorporar, al mix de generación, un porcentaje determinado de producción con energías renovables, destacando la energía solar.

Europa ocupa el segundo puesto en el ranking, gracias al dinamismo del mercado alemán que ha crecido un 39% en el 2006 y ha aumentado su cuota de mercado. En Alemania se producen el 71% de las células FV fabricadas en Europa.

La producción mundial de células fotovoltaicas en el 2006 se incrementó en 721 MWp, hasta los 2.535,6 MWp a pesar de la escasez de silicio.

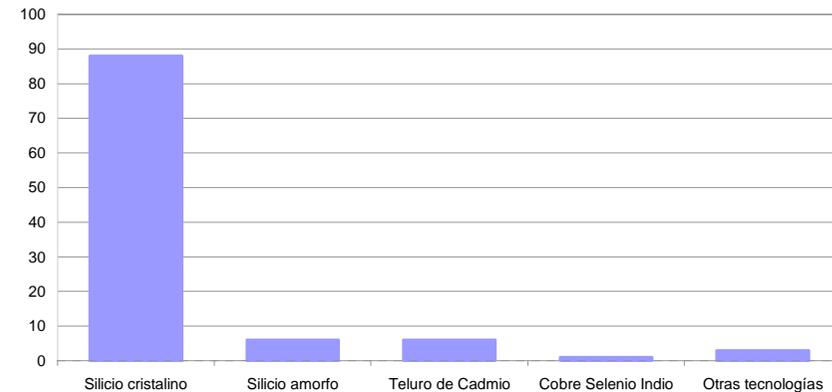


Ilustración 6. Tipología de la fabricación de células fotovoltaicas.

La entrada de países emergentes como China, ha hecho que Japón pierda peso tanto en potencia total instalada como en capacidad de producción. China ha más que duplicado su volumen de producción en un año, alcanzando los 383 Mwp (15% del total mundial).. Las



Región de Murcia

Consejería de Universidades, Empresa e Investigación
Dirección General de Industria, Energía y Minas

En 2006 había una potencia instalada en la Unión Europea de 3.311 Mwp (el 92% se encuentra instalado en Alemania), un 60% superior al del 2005. Durante este año, se incrementó la potencia en 1.238 Mwp, de los que 1.150 Mwp se realizaron en Alemania (93%); este aumento es muy superior al experimentado por Japón o Estados Unidos. La fortaleza del mercado alemán se debe a la revalorización de las primas desde la aprobación de la nueva ley de Energías Renovables en el año 2004, garantizadas hasta el 2007.

Según estimación de Euroobserver 2009, para el 2008 (datos todavía no cerrados) se estima que en el 2008 España, 75,19 Wp/hab ha adelantado a Alemania, 65,08 Wp/hab, en potencia fotovoltaica instalada per capita, conlocándose primera en Europa en este aspecto.

El 97% de la potencia instalada en Europa corresponde a instalaciones conectadas a red.

Las Energías Renovables. Energía Solar Fotovoltaica

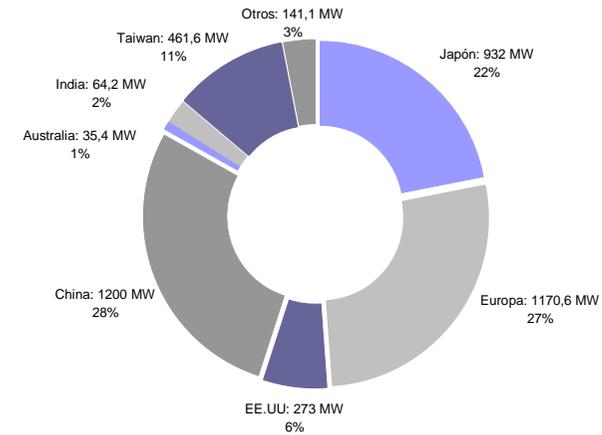
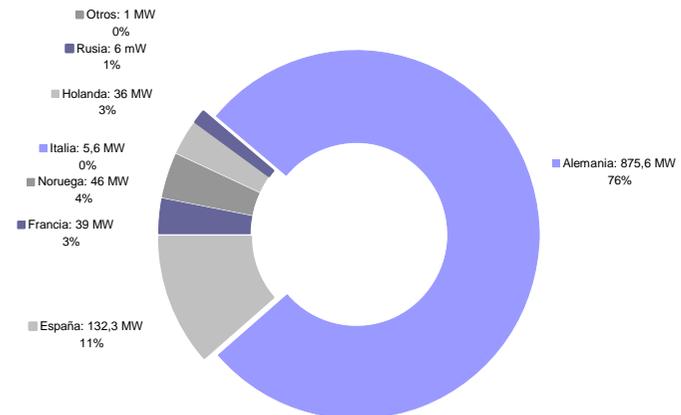


Ilustración 7. Fabricación europea de células FV, en el 2007 Total: 1.170,6 MW (año 2006: 715,1 MWp). Fuente: Photon Internacional





Región de Murcia

Consejería de Universidades, Empresa e Investigación
Dirección General de Industria, Energía y Minas

Ilustración 8. Fabricación europea de células FV, en el 2007 Total: 1.170,6 MW (año 2006: 715,1 MWp). Fuente: Photon International

6.3.7. Situación de la Energía Solar Fotovoltaica en España

La irradiación solar en España es altamente favorable para la utilización de la Energía Solar Fotovoltaica esto da lugar a que la generación de energía eléctrica fotovoltaica y el precio de su producción sea altamente competitiva en comparación con otro país de referencia como podría ser Alemania, además con un alto grado de disponibilidad del recurso durante las horas diurnas. Esta disponibilidad es tal que se estima que en el 2050 solo la ESF integrada en edificios podría aportar una cantidad de electricidad superior a su propia demanda.

Tanto la producción industrial como la investigación relacionada con la generación eléctrica fotovoltaica que se desarrolla en España ocupan un destacado lugar en el panorama mundial.

El negocio de la energía fotovoltaica se encuentra en pleno proceso de expansión y se ha convertido en una de las principales vías de diversificación empresarial.

Efectos de la legislación en el desarrollo de la energía solar fotovoltaica.

En 1998, el número de instalaciones se reducía a cinco mientras que a finales de abril de 2006 había en España unas 8.374 instalaciones. Durante este periodo la energía vendida a la red se ha multiplicado por 100: de 1 GWh en 1998, a los 102 GWh en 2006.

Las Energías Renovables. Energía Solar Fotovoltaica

En 2006, España ocupa la segunda posición a nivel europeo, con una potencia instalada de 118,1 Mwp (3,5% de la UE). En este último año, se instalaron 60,5 Mwp (59,5 Mwp corresponde a instalaciones conectadas a red), incrementando su capacidad en un 105%. Desde comienzos de siglo mantiene unos incrementos anuales sostenidos superiores al 30% y, en 2005 fue del 54% y en 2006 del 105%.

Alrededor del 97% de la potencia instalada se refiere a instalaciones conectadas.

Este buen comportamiento se debe a las favorables condiciones introducidas por las modificaciones en la ley para el sector fotovoltaico, que posibilita una ampliación de la potencia de las instalaciones fotovoltaicas beneficiarias de las primas hasta los 10 Mwp.



Región de Murcia

Consejería de Universidades, Empresa e Investigación
Dirección General de Industria, Energía y Minas

La distribución de la potencia instalada total por Comunidades Autónomas queda reflejada en la tabla siguiente:

	2005	2006	2007	incremento 06/05
Andalucía	8.2	12.2	42	149%
Aragón	0.5	1.5	4	300%
Asturias	0.3	0.4	0,4	133%
Baleares	1.4	2.6	2,6	186%
C. Valenciana	6.7	13.8	63,9	206%
Canarias	1.4	6.3	13,9	450%
Cantabria	0.1	0.5	0,7	500%
Castilla La Mancha	1.9	6.1	86	321%
Castilla y León	3.7	15.3	56	414%
Cataluña	3.6	7.2	31,4	200%
Extremadura	0.5	0.6	42,7	120%
Galicia	1.2	1.8	2,1	150%
La rioja	3.6	4.6	6,2	128%
Madrid	3.2	5.0	11,6	156%
Murcia	3.5	5.3	30,1	151%
Navarra	11.1	25.2	50,4	227%
País Vasco	0.1	3.1	6,6	3100%
Resto	0.8	4.7	0	588%
TOTAL MWp	51.8	116.2	451	224%

Se observa que Navarra es la Comunidad Autónoma con una mayor potencia instalada, seguida de Castilla-León y la Comunidad Valenciana. El mayor incremento se ha producido en La Rioja, Canarias, Cantabria y

Las Energías Renovables. Energía Solar Fotovoltaica

Castilla-León. Destaca el avance de esta última Comunidad Autónoma desde el puesto cuarto al segundo.

El 67% de la energía eléctrica vendida la compró Iberdrola, el 24% Endesa y el 6% Unión Fenosa. España, en su plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010, define como objetivo alcanzar los 400 w de potencia en instalaciones fotovoltaicas para el 2010.

España hoy es el segundo país europeo productor de células y paneles fotovoltaicos, con el 11% de la producción mundial. La producción de paneles fotovoltaicos en España dispone de las más avanzadas tecnologías y los fabricantes españoles tienen instalaciones y procesos productivos que sitúan a nuestro país en el cuarto puesto a escala mundial, después de Japón, Alemania y Estados Unidos.

Isofotón y BP Solar son las únicas empresas españolas que fabrican células solares con una producción en 2006, en torno a los 100 Mw.

Para conseguir unas elevadas prestaciones en todo el sistema industrial fotovoltaico es necesaria una intensa y continuada actividad de I+D+i, tanto en las propias industrias como en los centros de investigación.



Región de Murcia

Consejería de Universidades, Empresa e Investigación
Dirección General de Industria, Energía y Minas

Las Energías Renovables. Energía Solar Fotovoltaica

6.3.8. Estado del arte y desarrollos futuros

La captación de radiación solar para su conversión en energía eléctrica a través de semiconductores es una tecnología derivada de aplicaciones espaciales. Se empezó a desarrollar a mediados de los 50 y se extendió a aplicaciones terrestres para electrificación rural y de zonas aisladas, aplicaciones agrícolas y telecomunicaciones.

A día de hoy se puede considerar una tecnología madura que permite dotar de electricidad, casi cualquier emplazamiento independientemente de la cercanía de redes eléctricas. El recurso solar es omnipresente en la práctica totalidad de la superficie terrestre y posee la ventaja de contar con una producción predecible con un elevadísimo grado de fiabilidad.

La escalada de producción de paneles fotovoltaicos ha sido fulgurante en la década actual, sin embargo, no ha repercutido en los costes por factor de escala debido a la fuerte demanda en competencia del recurso básico empleado que es el silicio de grado semiconductor, que constituye el núcleo de la tecnología de la industria electrónica.

A pesar del encarecimiento de la materia prima, los desarrollos para la producción de silicio grado solar, y el firme apoyo de las distintas administraciones para el logro de un tránsito del modelo energético actual hacia otro más sostenible y más proteccionista con el medioambiente, han propiciado la actual expansión del sector y un futuro atractivo.

El futuro a corto plazo del sector se basa en la producción de silicio de grado solar. La pureza del silicio grado semiconductor, es más elevada que la que precisa la aplicación fotovoltaica: bastaría con un silicio de menor pureza y en teoría menos caro de fabricar que el silicio grado semiconductor.

Resumiendo las previsiones a corto plazo, ELKEM SOLAR, el principal distribuidor mundial de polisilicio, y BP, uno de los mayores productores de células de grado solar, estiman que el precio del polisilicio, el semiconductor más utilizado por la industria fotovoltaica, caerá a partir del 2008 gracias a la duplicación de la capacidad de producción de la industria.

Con estas condiciones, se ha producido una explosión del sector fotovoltaico español. Las empresas del sector son muy numerosas y cuatro fabricantes comparten la producción nacional: ISOFOTÓN, BP SOLAR, GAMESA SOLAR y ATERSA que ha firmado un acuerdo con el fabricante de células fotovoltaicas Q-CELLS para el suministro de 73 MWp hasta 2009.



La capacidad de fabricación actual de células en España es de 240 MWp de células fotovoltaicas y de 340 MWp en módulos.



Ilustración 10. Capacidad de empresas fotovoltaicas españolas. (Módulos).

Las Energías Renovables. Energía Solar Fotovoltaica



Ilustración 11. Capacidad de empresas fotovoltaicas españolas (Células).



Región de Murcia

Consejería de Universidades, Empresa e Investigación
Dirección General de Industria, Energía y Minas

Cualquier estrategia tecnológica en ESF, como se ha dicho anteriormente, se debe dirigir hacia la reducción de los costes, donde todos los elementos en la cadena de valor de los sistemas fotovoltaicos deben ser tenidos en cuenta y desarrollados a corto medio y largo plazo, sin olvidar la necesidad de desarrollar investigación básica que prepare la tecnología de futuro. Cualquier acción en este campo solo podrá ser desarrollada exitosamente por acciones conjuntas de la Administración, la Industria y los centros de investigación y cualquier otro actor específico en este u otro sector que pueda aportar su conocimiento al logro de los objetivos finales. A continuación se exponen las acciones que deberían ser abordadas, los diferentes puntos específicos más relevantes y los actores a participar:

6.3.9. Situación normativa y potencial en España.

En lo que respecta a España tras la aceptación del Real Decreto 436/2004, se registró un elevado incremento de la actividad en el área fotovoltaica. Según el IDAE (Instituto de Diversificación y Ahorro Energético), el mercado creció el 90,8% entre 2004 y 2005.

El RD garantizaba la compra de la energía producida durante 25 años a 575% del precio de referencia medio de la energía para instalaciones de hasta 100 kWp y 300% para instalaciones de mayor potencia. Esto representaba un precio de compra de 44,03 c€/kWh para instalaciones de hasta 100 kWp en 2005. La energía fotovoltaica ha contado hasta el

Las Energías Renovables. Energía Solar Fotovoltaica

año 2005 con una línea de financiación por parte del ICO (Instituto de Crédito Oficial) e IDAE, que financiaba hasta el 19% de la inversión en plantas fotovoltaicas y proporcionaba un acceso a préstamos con intereses bajos.

Estas medidas de apoyo a la energía solar fotovoltaica se anularon en el año en curso con el **RD 661/07** que sin embargo introduce un nuevo escalón con primas atractivas: hasta **100 kW** una prima **de 0,44 cEUR/kWh** y hasta **10 MW** una prima de **0,41 cEUR/kWh**.

El RD 661/ 2007 recorta el techo solar a 371 MW en el artículo 37, en el que establece la aplicación de las primas para la solar tanto termosolar como fotovoltaica.



Región de Murcia

Consejería de Universidades, Empresa e Investigación
Dirección General de Industria, Energía y Minas

Desglose potencia solar fotovoltaica reservada por CC AA a futuro (MW)		
	Potencia kW	Núm. Instalaciones
Andalucía	143.742	1.832
Aragón	6.446	171
Asturias	252	16
Baleares	14.230	177
Canarias	15.951	114
Cantabria	1.650	55
Castilla la Mancha	91.250	1.234
Castilla y León	95.338	1.479
Cataluña	7.830	87
Comunidad Valenciana	45.697	1.112
Extremadura	209.925	2.005
Galicia	36	6
La Rioja	6.097	86
Madrid	15.656	495
Melilla		
Mucía	166.044	2.072
Navarra	15	4
País Vasco	20	2
N/a	6.587	71
Total	826.767	11.018

Las Energías Renovables. Energía Solar Fotovoltaica

Recientemente se ha publicado el RD.1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

El objetivo de 400 MW instalados para la energía solar fotovoltaica fijado en el PER 2005-2010 quedó superado en agosto de 2007. A partir de ese momento se estableció el plazo de un año para finalizar y conectar a red en el régimen retributivo del 661/2007 todas las instalaciones en marcha hasta ese momento. A partir de ese punto el nuevo RD establece el nuevo marco retributivo y normativo y actualiza los objetivos. El objetivo de este RD es alcanzar la cifra de 3.000 MW en 2010 y 10.000 MW en el año 2020.

Las novedades que presenta este Real Decreto son:

- La retribución, que diferencia entre las instalaciones en edificación y el resto;
- El cupo anual de potencia que se establece en 400 MW de los cuales, 267 MW serán instalados en cubiertas, fachadas o aparcamientos y 133 MW sobre suelo.
- La limitación de potencia para cubiertas, fachadas o aparcamientos 2 MW, y 10 MW en el caso de las instalaciones sobre suelo.



Región de Murcia

Consejería de Universidades, Empresa e Investigación
Dirección General de Industria, Energía y Minas

- La potencia a tener en cuenta para la determinación del régimen económico será la suma de las potencias unitarias de las Entradas en vigor del RD 1578/2008 sobre el régimen económico de la energía eléctrica producida mediante tecnología solar fotovoltaica instalaciones que se encuentren en ubicaciones con referencias catastrales idénticas.

6.3.10. Perspectivas de futuro

La Energía Solar Fotovoltaica debe mantener en nuestro país durante los próximos 25-30 años el reto de aportar una contribución significativa a la creación de un sistema de producción de energía eléctrica sostenible, garantizando su suministro y fomentando la economía nacional. La ESF debe considerarse en España como un recurso prácticamente ilimitado y disponible en cantidad suficiente para lograr estos objetivos en cualquier lugar de la Península Ibérica.

Tecnológicamente la ESF será una de las energías claves durante este siglo y ahora es el momento de lanzar y acelerar intensivamente su desarrollo industrial.

Además la ESF presenta valores añadidos desde el punto de los beneficios socioeconómicos proveyendo energía eléctrica en lugares en que esto sería difícil o imposible, aportando beneficios al suministro seguro de energía y la conservación del medio ambiente. La ESF

Las Energías Renovables. Energía Solar Fotovoltaica

presenta un beneficio inmediato como un recurso energético sostenible y con una positiva aportación en el control de gases de efecto invernadero

Que la ESF está en España con un grado de madurez suficiente para iniciar un crecimiento sostenible y duradero como función de una más que aceptable capacidad tecnológica, un sector industrial competente y preparado, un marco administrativo y regulatorio claro y conciso, además de la existencia de sectores inversores potenciales y con interés.

Que la situación de desarrollo tecnológico de la Energía Solar Fotovoltaica en España se ha alcanzado en apenas dos décadas por una combinación afortunada de esfuerzo en I+D e inversión industrial.

Que la capacidad de integración en edificios de la ESF todavía no ha comenzado a ser mínimamente desarrollada. Necesitándose urgentes y sostenidos esfuerzos en el desarrollo de componentes fotovoltaicos adecuados y normas que regulen su instalación a gran escala. Si esto es así, la mayoría de los edificios de nueva construcción se dotarán de generadores fotovoltaicos y dadas las condiciones climáticas y de irradiación solar de la Península Ibérica podrán ser generadores netos de energía eléctrica. A todo esto se debe tener en cuenta que la ESF puede ser combinada y adaptada a la utilización con otras fuentes renovables de energía.

El desarrollo de la ESF debe considerarse como una fuente de gran capacidad para la generación de empleo sobre todo en los sectores de



Región de Murcia

Consejería de Universidades, Empresa e Investigación
Dirección General de Industria, Energía y Minas

instalación en la construcción. Y, que aplicándose políticas de desarrollo adecuadas la industria fotovoltaica española podrá mantener su capacidad significativa de exportación. Que esta ventaja en la competitividad de la industria española deberá contribuir a un crecimiento continuado del empleo directo siempre que se procure mejorar el conocimiento tecnológico de los empleados. Además que esta ventaja competitiva se debe basar en la elección de opciones tecnológicas innovadoras y productos con la mejor aceptación por parte del consumidor.

Que la posición de vanguardia de la industria fotovoltaica en estos momentos esta limitada por la falta de un “capital humano” suficientemente preparado, haciéndose necesaria la formación de jóvenes investigadores en las próximas generaciones de células solares y la formación de arquitectos y técnicos que aseguren la instalación y la diseminación adecuada de la ESF, incluyendo su mantenimiento posterior.

La industria fotovoltaica y los centros de investigación deben realizar un esfuerzo de diseminación de información y conocimientos de tal manera que los investigadores conozcan los problemas tecnológicos específicos y determinantes de la industria. Siendo los centros de investigación una fuente de refresco de capital intelectual hacia la industria que permita la evolución futura de la tecnología fotovoltaica y el mercado.

Las Energías Renovables. Energía Solar Fotovoltaica

Se debe señalar que la Energía Solar Fotovoltaica deberá jugar una opción a destacar, junto a las demás energías renovables, en futuros sistemas de generación distribuida de energía eléctrica, y que la singularidad de la ESF de producir más en momento de horas de irradiación solar-pico, donde aumenta la demanda de energía eléctrica, hacen que sea una candidata ideal para mantener la estabilidad de la red en esos momentos a costes competitivos, sin la necesidad de disponer de costosos sistemas de almacenamiento y de disponibilidad eléctrica.

La ESF no debe ser considerada desde punto de vista del desarrollo sostenible como una opción de futuro para los países con elevado desarrollo industrial, debiéndose tener en cuenta que es la puerta de la generación de energía a los más de 1.000 millones de personas que no tienen acceso a la electricidad en los países subdesarrollados.

Hoy en día la ESF cuenta con un alto grado de aceptación dentro de la sociedad pero que la futura percepción por parte de la misma y de los consumidores estará determinada por el establecimiento de adecuadas políticas de demostración y de diseminación que establezcan la fiabilidad de la ESF como medio de generación de energía eléctrica.

Todo lo anterior requiere que nos preparemos a desarrollar iniciativas, estrategias y planes de acción que impidan que nuestro sistema C-T-E fotovoltaico pierda las posiciones de ventaja con las que ahora cuenta en esta “Carrera Solar”.



Región de Murcia

Consejería de Universidades, Empresa e Investigación
Dirección General de Industria, Energía y Minas

6.3.11. Características de las tecnologías dominantes

Se describen a continuación las características de las dos tecnologías más importantes.

6.3.11.1. Silicio de uso fotovoltaico

- Desarrollo de plantas industriales en España con la implicación de la industria química y metalúrgica.
 - Producción de obleas: Reducción de el espesor de las obleas, asegurando una menor utilización del material base. Mejora de los procesos de corte y preparación de las obleas. Industrias fotovoltaica y de tecnologías de la producción.
 - Desarrollo de células: Mejora de las eficiencias y rendimientos de las células en cualquiera de las basadas en el silicio. Técnicas de procesado que impliquen menores costes y mayor capacidad de producción. Industria fotovoltaica y centros de investigación.
 - Reciclado y minimización de los fungibles utilizados: Substitución de materiales críticos en la producción (plata, plomo, ...). Tecnologías de reciclado durante la producción y al final de la vida útil. Industrias química y fotovoltaica, centros de investigación.
- Producción y procesos: Establecimiento de planes que permitan la introducción en la industria fotovoltaica española de los conceptos de lámina delgada. Administración, industria fotovoltaica y centros de investigación.
 - Mejora del entendimiento de materiales y dispositivos: Que permitan la mejora de las eficiencias, el desarrollo de nuevos dispositivos y mejora de la estabilidad de los mismos. Centros de investigación.
 - Desarrollo de dispositivos en sustratos flexibles: Estudio de polímeros y hojas metálicas que permitan el desarrollo de dispositivos fotovoltaicos con nuevas aplicaciones fotovoltaicas, especialmente en el sector de la edificación. Centros de investigación, industria fotovoltaica y de la edificación.
 - Desarrollo y mejora de óxidos conductores transparentes (OCTs): Establecimiento de tecnologías propias para la producción de OCTs. Asegurar su disponibilidad dada su aplicación a medio y largo plazo en todas las tecnologías emergentes (células orgánicas, células sensibilizadas y nano-dispositivos). Centros de investigación, industrias electrónica y de la producción.

Las Energías Renovables. Energía Solar Fotovoltaica



6.3.11.2. Sistemas de concentración y células de alta eficiencia

- Desarrollo de células para sistemas de concentración: Incluyendo células de silicio, compuestos semiconductores en lámina delgada y estructuras de alta eficiencia III-V.
- Investigación en sistemas de concentración, ópticos y de seguimiento solar: Reducción del coste de los sistemas ópticos y de seguimiento. Sistemas de producción de ópticas y estructuras de concentración. Centros de investigación industrias óptica, fotovoltaica y mecánica
- Establecimiento plantas piloto: Demostración de la viabilidad económica de plantas de concentración con materiales III-V a 200X o superior. Apoyo a la producción industrial de sistemas de concentración. Administración, centros de investigación e industria fotovoltaica.
- Células solares orgánicas: Investigación en células orgánicas y con base polimérica. Demostración de concepto para su viabilidad industrial. Mejora de la estabilidad y eficiencia. Centros de investigación.
- Nuevos conceptos en eficiencias superiores al 40% y aprovechamiento integral del espectro: Mejora de la adaptación al espectro, células multibandas. Nuevos materiales y estructuras (puntos y pozos cuánticos).

6.3.12. Situación de la Energía Solar Fotovoltaica en la Región de Murcia

La irradiación solar en la Región de Murcia, tal y como se ha descrito a lo largo del capítulo, es muy elevada y ello permite la aplicación de esta tecnología. Así como el desarrollo integrado en la edificación no ha tenido el desarrollo esperado, las instalaciones en forma de plantas solares fotovoltaicas en grandes extensiones se han multiplicado en todo el territorio dándole un mayor rendimiento a terrenos agrícolas de baja productividad.

La poca afección al terreno, en cuanto a huella dejada por las instalaciones y la facilidad de crédito y garantías de rentabilidad de los proyectos han multiplicado estas instalaciones en el medio rural. Durante el último año 2008 se ha incrementado en un 316% las instalaciones conectadas a red respecto al año 2007, con instalaciones de potencia creciente entre los 10MW y los 20MW de potencia en las distintas áreas.

En el mes de vencimiento del RD anterior se inauguraron en la Región distintas instalaciones solares fotovoltaicas en los municipios de Fuente Álamo, Calasparra y Abanilla.

En el paraje de Los Mayordomos, en Fuente Álamo, se inauguró a principios de agosto el mayor parque fotovoltaico de Europa, con una potencia instalada de 26 megavatios (MW), 44 millones de kilovatios hora al año, cantidad equivalente al consumo eléctrico de 13.000 hogares.



Región de Murcia

Consejería de Universidades, Empresa e Investigación
Dirección General de Industria, Energía y Minas

La importancia de la Región de Murcia frente al resto de España se destaca en el hecho, de que de los 371 MW autorizados para toda España, 299 han correspondido a la Región.

Las plantas fotovoltaicas no sólo suponen una inversión financiera interesante para los empresarios de la zona y para rentabilizar los terrenos agrícolas, además sirve para generar una gran actividad económica con la generación de más de mil puestos de trabajo en la ejecución de las obras.

El Gobierno regional había autorizado ya 700 proyectos solares, algunos instalados ya y otros en proyecto, con una inversión superior a los 1.794 millones.

Asimismo, estos datos son especialmente relevantes si tenemos en cuenta que el Gobierno central se marcaba como objetivo alcanzar los 371 MW de energía solar fotovoltaica en 2010, ya que en la Región se acumulan casi 300.

Destacan asimismo fuera de las grandes instalaciones, algunas aplicaciones en lugares emblemáticos como las pérgolas de los ayuntamientos de Cartagena y Murcia.

6.3.13. Barreras

Las barreras detectadas son de dos tipos.

Las Energías Renovables. Energía Solar Fotovoltaica

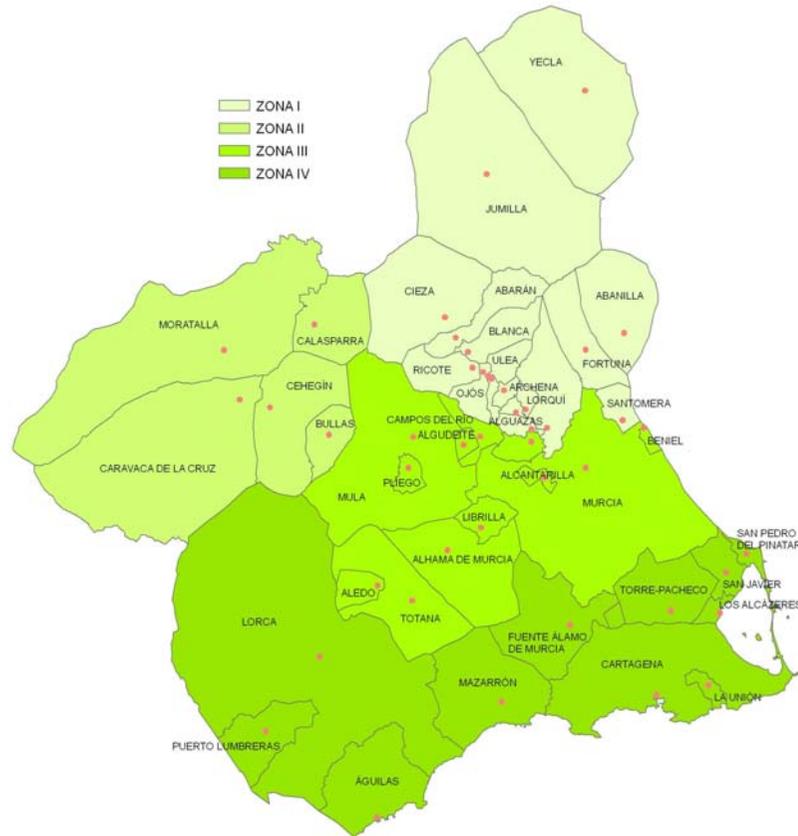
Por una parte los huertos solares empiezan a competir por la red de distribución y transporte alejándose del cometido inicial que era la generación distribuida.

Por otra parte la tecnología sigue siendo costosa y no está suficientemente integrada en la edificación. Existen nichos relevantes como son las cubiertas de las edificaciones en áreas fuertemente industrializadas, donde no ha tenido prácticamente incidencia. De igual modo la repercusión en el residencial ha sido prácticamente nulo

6.3.14. Objetivos

Los objetivos en fotovoltaica se han cumplido largamente debido a los huertos solares. Los objetivos cuantitativos se incrementan teniendo en consideración las plantas ya tramitadas pendientes de conexión a red y que se verificaran antes del horizonte del plan. Sin embargo es necesario intensificar los esfuerzos en la generación distribuida integrando las instalaciones en las propias edificaciones.

Señalar que a fecha de cierre de 2008, ya había conectadas a red en la Región de Murcia 275,27 MW fotovoltaicos de los cuales 28,35 MW son aislados.



Las Energías Renovables. Energía Solar Fotovoltaica

Zona I			225	33
Zona II			75	11
Zona III			75	11
Zona IV			375	55
TOTAL	66	2,7	750	110

6.3.15. Medidas

Es reseñable la necesidad de solventar los problemas de coste económico de las instalaciones para las aplicaciones en pequeña escala y debe fomentarse la investigación en nuevas tecnologías que abaraten los costes o mejoren los rendimientos, superado este segundo salto tecnológico dentro del periodo de vigencia del plan, se debe regular administrativamente el fomento en primera instancia y la obligatoriedad en segunda instancia de las instalaciones integradas en la edificación.

Zona fotovoltaica	Año 2007		Año 2016	
	Pot (MW)	ktep	Pot (MW)	ktep



Región de Murcia

Consejería de Universidades, Empresa e Investigación
Dirección General de Industria, Energía y Minas

6.3.16. Referencias

- [1] European Photovoltaic Industry Association (EPIA): "Capacity and Market potential for Grid-connected systems in 2010".
- [2] Comisión Europea: "A vision for Photovoltaic Technology: Report by the Photovoltaic Technology Research Advisory Council (PV-TRAC)" EUR 21242 EN (2005).
- [3] M. Fawer.Wasser. Sarasin Research, Bank Sarasin & Cie, Basel 2004. Sarasy Study: "Solar Energy. Sunny days ahead? Current status and future. Prospects for Photovoltaic and Solar Thermal Power"
- [4] A. Jäger-Waldau, European Commission, DG JRC: "PV Status Report 2005: Research, Solar cell Production and Market Implementation of Photovoltaics" EUR 21836 EN (2005).
- [5] EurObserv'ER barometer. Systèmes Solaires nº166. Photovoltaic Energy Barometer-April 2005.
- [6] First Solar, nota de prensa, 25 de marzo de 2005.
- [7] Würth Solar, conferencia de prensa resultados anuales 12 de mayo de 2005.
- [8] Energy for the Future: Renewable sources of Energy. White Paper for a Community Strategy and Action Plan (1997).
- [9] Towards a European strategy for the security of energy supply. Green Paper (2000).
- [0] Directive 2001/77/EC (27.09.2001): "On the promotion of electricity produce from renewable energy sources in internal electricity", Official journal of the European Communities L283/33 (27.10,2001).
- [11] European Photovoltaic Technology Platform (EUPV-Platform).
- [12] Asociación de la Industria Fotovoltaica (ASIF). Informe ASIF: "Hacia una electricidad respetuosa con el medio ambiente", Octubre 2005.
- [13] Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE). "Plan de Energías Renovables en España". Agosto 2005.
- [14] Greenpeace:"Renovables 2050. Un Informe sobre el potencial de las energías renovables en la España Peninsular". Noviembre 2005.
- [15] European Photovoltaic Association (EPIA): "EPIA Roadmap". Junio 2004.
- [16] Comisión Nacional de la Energía (CNE): "Informe anual sobre las ventas de energía en el régimen especial en España: año 2004". Julio 2005.
- [17] Boletín Oficial del Estado (BOE).
- [18] Aprobado en Consejo de Ministros el 7 de noviembre de 2003.
- [19] Aprobado en Consejo de Ministros el 17 de marzo de 2006.