

## EL MERCADO TERMOSOLAR MUNDIAL UNA DÉCADA DE SÓLIDO CRECIMIENTO

EL MERCADO TERMOSOLAR (CSP POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) SIGUE SIENDO EL MENOS ESTABLECIDO EN COMPARACIÓN CON OTROS MERCADOS DE ENERGÍAS RENOVABLES. NO OBSTANTE, EL SECTOR CONTINUÓ EN 2014, COMO LO HACE DESDE HACE CASI UNA DÉCADA, CON SU SÓLIDO CRECIMIENTO. DURANTE EL PASADO AÑO, CUATRO NUEVOS PROYECTOS, CON UNA POTENCIA AGREGADA DE 0,9 GW, AUMENTARON LA POTENCIA TOTAL INSTALADA A NIVEL MUNDIAL EN UN 27%, PARA ALCANZAR CASI LOS 4,4 GW. EN LOS CINCO AÑOS QUE VAN DE FINALES DE 2009 A FINALES DE 2014, LA CAPACIDAD MUNDIAL EN FUNCIONAMIENTO HA CRECIDO UNA MEDIA ANUAL DE UN 46%. EE.UU. HA LIDERADO EL MERCADO MUNDIAL POR SEGUNDO AÑO CONSECUTIVO, MIENTRAS INDIA HA SIDO EL OTRO ÚNICO PAÍS QUE HA PUESTO NUEVA POTENCIA EN OPERACIÓN COMERCIAL EN 2014. SUDÁFRICA SIGUE EMERGIENDO COMO EL PRINCIPAL MERCADO, CON MÁS DESARROLLO E INTERÉS EN LA TERMOSOLAR EN OTROS MERCADOS NUEVOS CON ALTOS NIVELES DE RADIACIÓN SOLAR DIRECTA. ÉSTAS SON ALGUNAS DE LAS PRINCIPALES CONCLUSIONES DEL MERCADO TERMOSOLAR QUE SE EXTRAEN DEL DOCUMENTO "RENEWABLES 2015. GLOBAL STATUS REPORT", PUBLICADO RECIENTEMENTE POR REN21.

Aunque las plantas de colectores cilindro-parabólicos representa el grueso de la potencia instalada, 2014 fue un año notable en términos de diversificación del panorama de la tecnología termosolar. Las capacidades de las nuevas plantas de colectores cilindro-parabólicos y de torre instaladas se acercaron, con un aumento del 46% de la potencia instalada en tecnología de colectores cilindro-parabólicos y un 41% en el caso de la tecnología de torre. El aumento de potencia en tecnología de torre fue debido a la puesta en marcha en EE.UU. de la planta Ivanpah, la planta termosolar de mayor potencia en todo el mundo. La mayor planta termosolar de tecnología de colectores lineales de Fresnel, de 125 MW y equivalente al 13% de toda la potencia mundial añadida, entró en servicio en India, diversificando aún más las tecnologías añadidas al mix. A principios de 2015, las plantas de colectores cilindro-parabólicos representaban la mitad de la capacidad en construcción, mientras que las plantas de torre/receptor central representaban aproximadamente un 40%.

En EE.UU. se ha registrado un año récord, aumentando la potencia termosolar en operación de 0,9 GW a algo más de 1,6 GW. Las plantas que entraron en operación comercial incluyen: la central de torre Ivanpah (377 MW), así como Mojave (250 MW) y la segunda fase del proyecto Génesis (125 MW, para un total de 250 MW), estas dos



Mojave Solar. Foto cortesía de Abengoa. | Photo courtesy of Abengoa

## THE GLOBAL CSP MARKET. A DECADE OF STRONG GROWTH

THE CSP MARKET REMAINS LESS ESTABLISHED COMPARED TO OTHER RENEWABLE ENERGY MARKETS. NONETHELESS, IN 2014 THE SECTOR CONTINUED NEARLY A DECADE OF STRONG GROWTH. DURING THE COURSE OF THE YEAR, FOUR NEW PROJECTS TOTTALLING OVER 0.9 GW, INCREASED THE TOTAL GLOBAL INSTALLED CAPACITY BY 27% TO NEARLY 4.4 GW. IN THE FIVE YEARS FROM THE END OF 2009 TO THE END OF 2014, GLOBAL OPERATING CAPACITY ROSE BY AN ANNUAL AVERAGE OF 46%. THE UNITED STATES WAS THE GLOBAL MARKET LEADER FOR THE SECOND CONSECUTIVE YEAR, WITH INDIA THE ONLY OTHER COUNTRY TO BRING NEW CAPACITY INTO COMMERCIAL OPERATION DURING 2014. SOUTH AFRICA CONTINUES TO EMERGE AS A MAJOR MARKET, WITH THE GREATEST LEVEL OF DEVELOPMENT AND INTEREST IN CSP IN OTHER NEW MARKETS WITH HIGH DIRECT NORMAL IRRADIANCE. THESE ARE SOME OF THE MAIN FINDINGS OF THE CSP MARKET TAKEN FROM THE DOCUMENT "RENEWABLES 2015. GLOBAL STATUS REPORT", RECENTLY PUBLISHED BY REN21.

Although parabolic trough plants represent the bulk of existing capacity, 2014 was a notable year in terms of the diversification of the CSP technology landscape. Capacities of new parabolic trough and tower plants drew closer, with 46% of installed capacity corresponding to parabolic trough technology, and 41% in tower technology. The increase in tower capacity was due to commissioning in the United States of the Ivanpah plant, the largest CSP plant in the world. The world's largest linear Fresnel plant (125 MW), equivalent to 13% of global added capacity, came on line in India, further diversifying the mix of added technologies. By early 2015, parabolic trough plants accounted for just over half of the capacity under construction, while towers/central receivers represented approximately 40%.

The United States had a record year, increasing operating CSP capacity from 0.9 GW to just over 1.6 GW. Plants that came on line included the Ivanpah tower plant (377 MW) as well as the Mojave plant (250 MW) and the second (125 MW) phase of the Genesis plant (total 250 MW), both using parabolic trough technology. The United States will see significantly less capacity added in 2015, with the 100 MW Crescent Dunes parabolic trough project the only plant expected to come on line.

India saw the opening of the Dhursar (125 MW) and the Megha (50 MW) CSP plants, increasing the country's installed capacity more than fourfold to 225 MW. The Dhursar plant in Rajasthan is Asia's largest CSP installation. The Megha plant, located in Andhra Pradesh, was the third CSP plant to be commissioned under the first phase of India's Jawaharlal Nehru National Solar Mission.

Spain remains the global leader in cumulative capacity with 2.3 GW of CSP, despite the fact that it added no new capacity in 2014. The paralysis of the Spanish market follows policy changes implemented in recent years, including a 2012 moratorium on feed-in tariffs for new plants and the severe curtailment introduced in 2014 of tariff rates for plants already in operation.

The South African market continued to expand rapidly. At the end of 2014, four plants totalling 300 MW were under construction. These included a 100 MW facility which came on line in early 2015, two 50 MW plants expected later in the year, and a 100 MW plant expected for 2017. A range of other plants are under planning, with two 100 MW facilities expected to finalise funding to start construction in late 2015.

últimas, plantas de colectores cilindro-parabólicos. En EE.UU. se espera la suma de mucha menos potencia en 2015, pues tan solo se espera la puesta en marcha del proyecto de colectores cilindro-parabólicos Crescent Dunes de 100 MW.

India vió la inauguración de las plantas termosolares Dhursar (125 MW) y Megha (50 MW) multiplicando por más de cuatro la potencia instalada en el país, hasta 225 MW. La planta termosolar Dhursar en Rajastán es la mayor instalación termosolar de Asia. La planta termosolar Megha, ubicada en Andhra Pradesh, fue la primera planta termosolar en entrar en servicio en el marco de la primera fase de la Misión Solar Nacional Jawaharlal Nehru de la India.

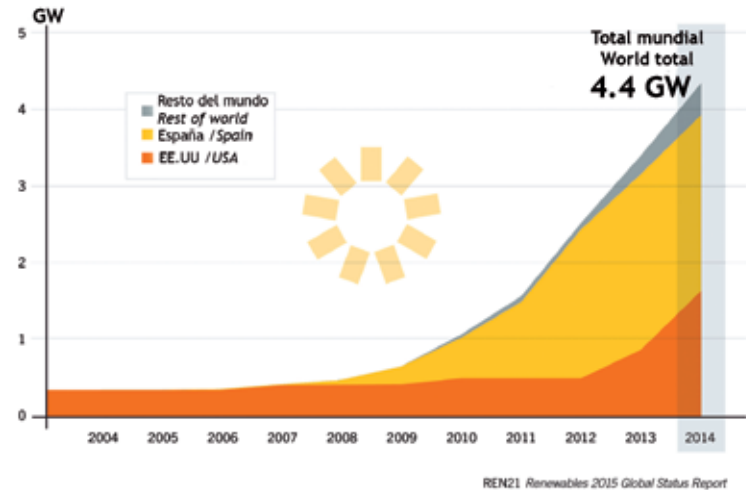
España sigue siendo el líder mundial en potencia instalada con una potencia termosolar de 2,3 GW, a pesar del hecho de que no se haya instalado potencia alguna en 2014. La paralización del mercado español, a raíz de los cambios políticos implementados en los últimos años, incluyendo la moratoria de 2012 a las primas para nuevas plantas y los severos recortes introducidos en 2014 para las tarifas de las plantas ya en funcionamiento.

El mercado sudafricano continuó creciendo rápidamente. A finales de 2014, estaban en construcción cuatro plantas que totalizan una potencia de 300 MW. Esto incluye una instalación de 100 MW que entró en funcionamiento a principios de 2015, dos plantas de 50 MW que se espera lo hagan más adelante este año, y una planta de 100 MW que está previsto lo haga en 2017. Un buen número de otras plantas están en planificación, y se espera que dos plantas de 100 MW cierren financiación para comenzar su construcción a finales de 2015.

Marruecos también fue un centro de actividad en 2014. Continuó la construcción de la planta Noor I (160 MW) que se espera entre en operación comercial en 2015. A principios de 2015 fueron seleccionados los contratistas de las siguientes fases del proyecto, totalizando una capacidad adicional de 350 MW.

Otros países con potencia termosolar ya en funcionamiento, que no añadieron nuevas instalaciones en 2014 incluyen Emiratos Árabes Unidos (100 MW), Argelia (25 MW), Egipto (20 MW), Marruecos (20 MW), Australia (13 MW) y Tailandia (5 MW). Muchos otros países tienen pequeñas plantas piloto en operación, como China, Francia, Alemania, Israel, Italia, Corea del Sur y Turquía. El año 2014 trajo un

Potencia termosolar instalada mundialmente, por país o región 2004-2014  
CSP global capacity, by country or region 2004-2014



Morocco was also a centre of activity in 2014. Construction continued on the Noor I plant (160 MW), which is expected to begin commercial operation in 2015. Contractors were selected early this year for further phases of the project, totalling an additional 350 MW.

Other countries with existing CSP capacity that did not bring new facilities on line in 2014 include the United Arab Emirates (100 MW), Algeria (25 MW), Egypt (20 MW), Morocco (20 MW), Australia (13 MW) and Thailand (5 MW). Several additional countries had small pilot plants in operation, including China, France, Germany, Israel, Italy, South Korea and Turkey. 2014 saw tangible progress for new CSP markets, including in Africa, Asia, Latin America and the Middle East. China, for example, started construction on its first commercial CSP project, the 50 MW Qinghai Delingha plant, based on parabolic trough technology.

CSP activity continued in the Middle East where, in 2014, Kuwait selected preferred bidders for a 50 MW plant and advanced the development of further capacity based on Integrated Solar Combined Cycle technology (ISCC). An ISCC plant is also at an advanced planning stage in Saudi Arabia. In Israel, as of early 2015, a 121 MW plant was being planned, as was a 10 MW hybrid CSP-biomass plant with thermal storage. Further south, in Namibia, CSP planning remains in a preliminary phase, while elsewhere in the Southern Hemisphere, construction commenced on Chile's first grid-scale CSP facility. The 110 MW Cerro Dominador plant in Chile's Atacama Desert is expected to come on line in 2017 and with its 18 hours of thermal storage capacity, it is expected to provide base-load power to mining operations. Australia is home to a handful of potential CSP projects, although they faced an uncertain funding and policy landscape in 2014.

Further examples of hybridised CSP technologies appeared in 2014, including the planned ISCC plants in Kuwait and Saudi Arabia. In the United States, construction is under way on the world's first CSP-geothermal plant, while construction of the Cogan Creek Solar Boost project in Australia (which will supplement existing coal-based power generation capacity) continues to advance, although on a delayed schedule. A small pilot CSP-biomass hybrid system came on line in Italy, and another under planning in India. Hybridisation of CSP is being driven by a wide range of motivations, including the reduction of emissions at fossil fuel plants, improved

Planta termosolar Bokpoort (Sudáfrica). Las empresas españolas Acciona y Sener forman parte del consorcio constructor. La planta entrará en funcionamiento a finales de este año. Foto cortesía de Sener. | Bokpoort CSP plant (South Africa). Spain's Acciona and Sener form part of the construction consortium. The plant will enter into operation at the end of 2015. Photo courtesy of Sener.





progreso tangible en nuevos mercados termosolares, entre los que se cuentan África, Asia, Latinoamérica y Oriente Medio. China, por ejemplo, comenzó la construcción de su primer proyecto termosolar a escala comercial, la planta Qinghai Delingha de 50 MW, basada en tecnología cilindro-parabólica.

La actividad termosolar continuó en Oriente Medio, donde en 2014 Kuwait seleccionó los licitadores preferidos para una planta de 50 MW y avanzó el desarrollo de más potencia basada en tecnología híbrida solar-ciclo combinado (ISCC, por sus siglas en inglés). También en Arabia Saudí hay una planta ISCC en avanzado estado de planificación. En Israel, a comienzos de 2015, se inició la planificación de una planta de 121 MW, así como una planta híbrida solar-biomasa con almacenamiento térmico de 10 MW de potencia. Más al sur, en Namibia, la planificación termosolar continúa en fase preliminar, mientras que en algún lugar del Hemisferio Sur, en Chile, comenzó la construcción de la primera instalación termosolar conectada a red. La planta Cerro Dominador de 110 MW, en el chileno desierto de Atacama, entrará en operación comercial en 2017; con sus 18 horas de almacenamiento térmico, se espera que proporcione carga base para asegurar la operación minera. Australia es el hogar de un buen puñado de potenciales proyectos termosolares, aunque en 2014 se enfrentaron a un paisaje incierto respecto a financiación y política.

En 2014 surgieron más ejemplos de tecnologías de hibridación termosolar, incluyendo las plantas ISCC en proyecto en Kuwait y Arabia Saudí. En EE.UU., se está construyendo la primera planta geotérmica-termosolar del mundo, mientras que continúa avanzando aunque con retraso, la construcción del proyecto, Cogan Creek Solar Boost en Australia (que complementará potencia existente basada en carbón). En Italia entró en servicio una planta híbrida termosolar-biomasa a pequeña escala, y hay otra en proyecto en India. La hibridación de la termosolar está impulsada por un amplio rango de motivaciones, incluyendo la reducción de emisiones de las plantas de combustible fósil, la mejora económica y la reducción de la variabilidad que proporcionan las plantas termosolares con almacenamiento térmico.

### La industria termosolar

La consolidación industrial experimentada en 2013 continuó en 2014, impulsada en parte por el actual estancamiento del mercado dominante anteriormente, España, y por la previsible desaceleración de EE.UU. tras un año extraordinario.

El especialista en tecnología lineal de Fresnel, la francesa Areva, confirmó los planes de cerrar su negocio termosolar, después de soportar pérdidas importantes. Este movimiento se vió como un golpe en el avance comercial más amplio de la tecnología lineal de Fresnel.



Imagen virtual de Cerro Dominador, planta termosolar de torre de 110 MW del complejo solar Atacama-1 (Chile). Foto cortesía Abengoa Solar. | Virtual image of the Cerro Dominador, 110 MW tower CSP plant at the Atacama-1 solar complex (Chile). Photo courtesy of Abengoa Solar.

economics and the reduced variability provided by CSP plants with thermal energy storage.

### The CSP industry

The industrial consolidation experienced in 2013 continued in 2014, fuelled in part by the ongoing stagnation of the previously dominant Spanish market and by an expected deceleration in the United States after a bumper year.

French linear Fresnel specialist Areva confirmed plans to close its CSP business, after experiencing significant losses. The move was seen as a blow to the wider commercial advancement of linear Fresnel technology. Schott Solar announced a re-organisation of its production set-up and a halt in receiver manufacturing at its Mitterteich plant in Germany due to low demand; production of glass-metal seals at the facility will continue.

The top companies in 2014 included Abengoa, Acciona, ACS Cobra, Elecnor, Sener/Torresol Energy and FCC (all Spanish); Brightsource and Solar Reserve (USA); ACWA Power International (Saudi Arabia); and Schott Solar (Germany). All were involved in either one or a combination of activities including project development, construction, ownership, operations and maintenance and manufacturing. Abengoa Solar maintains the world's largest portfolio of plants in operation or under construction, with equity in 25% of the capacity that was added in 2014, and in around 60% of the capacity under construction at year end. Swiss company ABB exited the CSP market in 2013 with the sale of its shares in Novotec Solar, but its French counterpart,

Alstom, became increasingly involved in the sector during 2014. Also in 2014, the Saudi Arabian government and privately owned Saudi conglomerates continued a range of strategic acquisitions of international CSP companies and established strategic alliances with research organisations.

Thermal energy storage (TES) using molten salt is in commercial use in Spain and the US. Given the growth of variable solar PV and wind power, and the role that CSP with TES can play in grid reliability, CSP research has continued to focus heavily on the improvement of TES



Generador de vapor en una planta termosolar. Foto cortesía Aalborg CSP | CSP plant steam generator. Photo courtesy of Aalborg CSP

Schott Solar anunció una puesta en marcha de la reorganización de su producción y un alto en la fabricación de tubos receptores en su planta de Mitterteich, en Alemania, debido a la caída de la demanda; la producción en la instalación de sellos vidrio-metal continuará.

Las principales empresas en 2014 fueron Abengoa, Acciona, ACS Cobra, Elecnor, Sener/Torresol Energy y FCC (todas españolas); Brightsource y Solar Reserve (ambas de Estados Unidos); ACWA International Power (Arabia Saudí); y Schott Solar (Alemania). Todas participaron bien en una o en una combinación de actividades que incluyen el desarrollo de proyectos, construcción, propiedad, operación y mantenimiento, y la fabricación. Abengoa Solar mantiene la cartera más grande del mundo de plantas en operación o en construcción, con un 25% de la capacidad que se añadió en 2014, y en torno al 60% de la capacidad en construcción a finales de año. La empresa suiza ABB salió del mercado termosolar en 2013 con la venta de sus acciones en Novotec Solar, mientras que la francesa Alstom, se involucró más en el sector durante el año 2014. También en 2014, el gobierno de Arabia Saudí y los conglomerados saudíes privados continuaron una serie de adquisiciones estratégicas de empresas internacionales de termosolar y establecieron alianzas estratégicas con organizaciones de investigación.

El almacenamiento térmico es sales fundidas está en uso comercial en España y Estados Unidos. Dado el crecimiento de las energías solar fotovoltaica y eólica, ambas variables, y el papel que la termosolar con almacenamiento térmico puede desempeñar en la fiabilidad de la red, la investigación termosolar siguió centrándose en gran medida en la mejora de los sistemas de almacenamiento térmico, y en la evaluación de medios alternativos de transferencia de calor. Las soluciones de almacenamiento térmico en fase de desarrollo y/o evaluación en 2014 fueron: hormigón en estado sólido; lechos de hidruros metálicos de alta y de baja temperatura para el almacenamiento de calor en baja presión (potencialmente pueden permitir ciclos de vida más largos del material y evitar la congelación del fluido de transferencia de calor); el uso de arena en un lecho fluidizado; y el uso de materiales de cambio de fase para lograr densidades de energía más altas.

La predicción solar también se está convirtiendo en un foco de investigación cada vez más importante en una serie de laboratorios e institutos de investigación, que están desarrollando y refinando metodologías para pronosticar los patrones climáticos a corto y medio plazo y operar las plantas en consecuencia. El desarrollo de métodos rentables para medir con precisión los recursos solares también es un área de investigación de alta prioridad.

La termosolar continuó enfrentando los desafíos de la caída de los precios de la energía solar fotovoltaica en 2014, y sigue siendo más cara que muchas otras tecnologías de generación renovable. Sin embargo, las estrategias de reducción de costes y optimización (incluyendo una tendencia hacia plantas más grandes y mayores economías de escala, como lo demuestra la apertura de dos de las mayores plantas termosolares en el mundo, (Ivanpah y Mojave) están llevando a mejoras en los costes generales de implementación.

Abengoa reportó una reducción a la mitad aproximadamente de los costes de la electricidad en nuevas plantas en Sudáfrica, en relación con las plantas más viejas que operan en España, mientras que ACS Cobra señaló que su experiencia en termosolar con almacenamiento tiene el potencial para competir con el gas natural, teniendo en cuenta niveles correctos de radiación normal directa. ACWA también informó de precios competitivos para sus plantas de colectores cilindro-parabólicos y de torre en construcción, o que empezarán a construirse en Marruecos.



systems and on the evaluation of alternative heat transfer mediums. TES solutions under development and/or evaluation in 2014 included: solid-state concrete; high- and low-temperature metal hydride beds for low-pressure heat storage (potentially allowing longer material life cycles and avoiding the heat transfer fluid freezing); the use of sand in a fluidised bed; and the use of phase-change materials to achieve higher energy densities.

Solar forecasting also is becoming an increasingly important research focus at a number of laboratories and research institutes, which are developing and refining methodologies for predicting short- and medium-term weather patterns and operating plants accordingly. The development of cost-effective methods for accurately measuring solar resources is also a high-priority research area.

CSP continued to face challenges from falling solar PV prices in 2014, and it remains more expensive than many other renewable power generation technologies. However, cost reduction and optimisation strategies (including a trend towards larger plants and greater economies of scale, as evidenced by the opening of two of the largest CSP plants in the world, (Ivanpah and Mojave) are leading to improvements in the overall costs of deployment.



Planta Noor 1 en construcción, en el complejo termosolar de Ouarzazate, en el sur de Marruecos. Foto cortesía de Sener | Noor 1 Plant under construction at the Ouarzazate thermosolar complex in southern Morocco. Photo courtesy of Sener

Abengoa reported an approximate halving in electricity costs at new plants in South Africa, compared to older plants operating in Spain, while ACS Cobra noted its experience that CSP with storage has the potential to compete with natural gas, given the right direct normal irradiance levels. ACWA also reported competitive pricing for its parabolic trough and tower plants under construction, or due to enter construction, in Morocco.