

ÍNDICE

SECCION DE PROSPECTIVA Energías Renovables: Solar y Geotérmica

Mensajes Principales.....	4
Introducción.....	8
1 La energía solar fotovoltaica	9
1.1 El mercado global de la energía solar fotovoltaica	9
1.2 El precio de la energía solar fotovoltaica y los costos de inversión	10
1.3 La tecnología de la energía solar fotovoltaica y sus rendimientos.....	12
1.4 Aplicaciones en el mercado y los usuarios	18
1.5 La implementación del mercado de la energía solar fotovoltaica y los niveles de competitividad	19
1.6 Reducción de las emisiones de CO2	20
1.7 Top 20 de empresas para la energía solar fotovoltaica (2009)	21
2 La energía solar térmica.....	22
2.1 El estado actual de la energía solar térmica	22
2.2 La importancia de los recursos solares.....	22
2.3 Distribución de las fuentes solares para la concentración de la energía solar... ..	23
2.4 Tecnología actual para la producción de energía	24
2.5 Los costos de inversión de la concentración de la energía solar térmica	27
2.6 Implementación en los países en desarrollo	29
2.7 El rol de las partes involucradas	31
2.8 La producción de electricidad de origen solar	32
3 La energía geotérmica.....	33
3.1 Tipos de energía geotérmica y aplicaciones	33
3.2 El mercado global de la geotérmica	34
3.3 El uso directo de la energía geotérmica.....	35
3.4 La producción de electricidad de origen geotérmico	36

3.5	Tecnología y desarrollo	37
3.6	Los costos de inversión y operación & mantenimiento.....	39
3.7	El mercado geotérmico, involucrados y línea de tiempo	41
3.8	Impacto ambiental de la energía geotérmica	42
4	La energía solar y geotérmica alrededor del mundo	43
4.1	Argentina	43
4.2	Brasil	44
4.3	China	45
4.4	India	46
4.5	Peru.....	48

Mensajes Principales

- La energía solar fotovoltaica genera electricidad en más de 100 países y sigue siendo la tecnología de generación de energía con mayor crecimiento en el mundo. Entre los años 2004- 2009, la capacidad fotovoltaica conectada a la red aumentó a una tasa promedio anual de 60%.
- Alemania volvió a ser el promotor principal de las instalaciones fotovoltaicas con 3.8 GW alrededor del 54% del mercado global por encima del record de 2.4 GW de España en el 2008. Para finales del 2009, Alemania tenía una capacidad instalada de 9.8 GW, que ascendían al 47% de la capacidad fotovoltaica existente.
- Italia llegó en un distante segundo lugar después de Alemania, instalando 710 MW; se espera que este fuerte crecimiento continúe. Por otro lado, Japón emergió en tercer lugar con 485 y Estados Unidos agregó un estimado de 470 MW de energía solar fotovoltaica en 2009, incluyendo 40 MW fuera de la red, incrementando la capacidad acumulada por encima de 1 GW.
- La tendencia hacia las plantas fotovoltaicas de gran escala, es decir mayor a 200 kW, continúan alrededor del mundo, con más de 3,200 plantas en el 2009. Este total de instalaciones ascendieron a una capacidad de 5.8 GW más de 5 veces la capacidad del 2007. La mayoría de estas plantas están operando en España, Alemania y Estados Unidos, sin embargo, un gran número ha sido incrementado en Asia y en otros lugares.
- La duplicación de la capacidad mundial de fabricación fotovoltaica se ha traducido en una disminución de los precios más o menos en un 20%. Pero hace unos 5 años, este patrón se interrumpió por la escasez en la producción de polisilicio, el ingrediente clave de la mayoría de los paneles solares, los precios de envío del material estaban en \$30 el kilo en el 2004 y a más de \$400 el kilo en el 2008.
- Como resultado de los módulos más baratos, los costos de instalación fotovoltaica también cayeron drásticamente de \$ 7 por watt pico en el 2008 a poco más de \$ 5 por watt pico en el 2009 y tan solo a \$ 3 dólares por watt instalado para algunos proyectos de nivel de servicios públicos.
- Asumiendo una tasa de interés del 10%, los costos de generación eléctrica fotovoltaica a nivel público, en el 2008 oscilaron entre US\$ 240/MWh en los lugares con mayor irradiación y factor de capacidad, hasta los US\$ 480/MWh en los lugares con irradiación moderada (1000 kWh/kW, correspondiente a un factor de capacidad de 11%). Los costos de generación correspondiente a los sistemas fotovoltaicos residenciales oscilaron entre los US\$ 360- 720/MWh, dependiendo de la incidencia de la energía solar.
- La gran mayoría de los módulos FV (85 al 90% del mercado global anual) están basados en obleas de silicio cristalino. Se espera que los módulos FV de silicio cristalino sean la tecnología FV dominante hasta por lo menos el año 2020, con una cuota de mercado prevista del 50% (Energy Technology Perspectives 2008).
- Los módulos comerciales mono-cristalino tienen una alta eficiencia de conversión con alrededor de 14 a 20%. Se espera que su eficiencia se incremente a 23% en el 2020 y al 25% en el largo plazo. En cuanto a las tecnologías de películas finas, éstas se encuentran un proceso de rápido crecimiento. En los últimos años, la

producción de unidades de películas finas se ha incrementado de una escala piloto a líneas de 50 MW, con algunas unidades de fabricación en el rango de GW recientemente anunciadas. Como resultado, se espera que las películas finas incrementen su participación en el mercado para el 2020.

- La generación de electricidad promedio por kW es 1300 kWh/kW en el sector residencial, 1450 kWh/kW en el sector comercial, 1650 kWh/kW en el sector público y 1500 kWh/kW fuera de la red.
- Se espera que para el 2020, los costos de generación FV se encuentren en un rango de US\$ 13- 26 centavos/kWh en los sistemas comerciales a US\$ 16- 31 centavos/kWh en los sistemas residenciales, dependiendo de los niveles de irradiación del lugar. En el mismo periodo, los sistemas FV públicos lograrán precios de US\$ 10 centavos/kWh, llegando al borde de la competitividad con los costos de electricidad al por mayor en algunos países.
- Después de experimentar el estancamiento del mercado de la concentración de energía solar térmica más allá de la década de los 90, la inversión en nuevas plantas, a escala comercial, se reanudaron en el 2005. La capacidad global en los Estados Unidos y en España, se incrementó más del 70% entre el 2005 y finales del 2009, de 354 MW (en el Estado de California) a cerca de 610 MW, y casi se duplicó para marzo de 2010 con 662 MW.
- Se esperan al menos dos nuevas instalaciones estadounidense de CST con un total de 200 MW y más de 8 GW de capacidad adicional en seis estados que estarán operativos en el 2014. En todo el mundo, se estuvieron construyendo alrededor de 2.4 GW de capacidad a inicio del 2010. España es el responsable de la gran mayoría de esta capacidad adicional.
- Las áreas más favorables, con recursos para la concentración de la energía solar térmica son África del Norte, África del Sur, el Medio Oriente, Noroeste de India, el Suroeste de Estados Unidos, México, Perú, Chile, la parte oeste de China y Australia. Otras áreas que pueden ser adecuadas incluyen el extremo sur de Europa y Turquía, otros lugares del sur de EE.UU., países de Asia Central, lugares en Brasil y Argentina, y otras partes de China.
- Para los grandes estados del arte a través de las plantas, los costos actuales de inversión son de US\$ 4.2/W a US\$8.4/W en función de los costos de mano de obra y de la tierra, tecnologías, la cantidad y distribución de la irradiación directa normal, y después de todo, la cantidad de almacenamiento y el tamaño del campo solar.
- Se espera que los costos de inversión por watt disminuyan para las grandes plantas de cilindros, bajando en un 12% cuando las plantas crezcan de 50 MW a 100 MW, y alrededor del 20% cuando alcancen los 200 MW. Asimismo, se espera que los costos asociados a los bloques de energía, al equilibrio de la planta con las conexiones de red disminuyan de un 20% a 25% cuando la capacidad de planta se duplique.
- Los costos de operación y mantenimiento para las plantas de concentración solar térmica incluyen los costos de operación de la planta, gastos de combustibles en el caso de la hibridación, enfriamiento del agua y los costos de mantenimiento de las tierras. Una planta de 50 MW normalmente requiere de 30 empleados para la operación de la planta y 10 para el mantenimiento de las tierras. Los costos de

operación y mantenimiento han sido evaluados entre US\$ 13/MWh a US\$ 30/MWh, incluyendo los costos de combustibles para la hibridación. Ya que las plantas están creciendo, los costos de operación y mantenimiento disminuirán.

- Argelia y África del Norte han establecido tarifas de introducción para la concentración de la energía solar térmica, e India recientemente dejó a un lado US\$ 930 millones para lanzar su Misión Solar con el objetivo de construir 20 GW de capacidad de energía solar (fotovoltaica y CST) para el año 2022. Marruecos ha establecido un plan detallado para construir una planta solar de 2 GW en cinco lugares hasta el 2019, que representan el 38% de la capacidad instalada actual eléctrica del país. Una compañía estadounidense recientemente contratada con socios para construir torres solares en India y China con capacidades globales de 1 GW y 2 GW respectivamente.
- El Fondo de Tecnologías Limpias del Banco Mundial también ha dejado US\$ 750 millones para cubrir el 10% de los costos de inversión de las plantas de concentración de energía solar térmica en el Oriente Medio y África del Norte.
- Una de las grandes transferencias que se viene venir es de África del Norte a Europa, que requerirá para el 2050 más de 125 GW de líneas de alta tensión con un factor de capacidad del 50%; es decir, 25 líneas distintas de 5 GW siguiendo varias vías. Si alguna deja de funcionar por razones técnicas, o como resultado de algún ataque, las otras seguirán operando; y si la red dentro de los países de importación y exportación permite, eventualmente asumir el control.
- La producción de electricidad solar aún no es significativa a escala mundial; en el 2009 representaba el 0.6% de electricidad renovable. Esta parte corresponde a una producción de 21.4 TWh (20.5 TWh por tecnología fotovoltaica y 920 GWh de solar térmica). Además, se encuentra concentrada en tres grandes regiones. 68.4% de electricidad solar proviene de Europa Occidental, 17% de Asia Oriental y del Sur 11.6% de América del Norte. En detalle, la producción de electricidad de origen solar se encuentra concentrada en un número restringido de países. España con 6.9 TWh, Alemania con 6.2 TWh, Japón con 2.9 TWh y los Estados Unidos con 2.4 TWh, que representan el 85.7% de la producción de electricidad solar mundial. Los diez primeros países representa el 95.1% de la producción mundial.
- Los recursos geotérmicos proporcionan energía en forma de calor directo y electricidad. Desde el 2004, se ha logrado una importante acumulación de la capacidad en Indonesia, Islandia, Nueva Zelanda, Estados Unidos y Turquía; siendo Turquía e Islandia los países que experimentaron crecimientos de más de 200%. La capacidad global se ha incrementado en 1.8 GW desde el 2004. Durante el 2009, Estados Unidos puso seis plantas en funcionamiento, incrementando la capacidad doméstica en un estimado de 181 MW, o en un 6%, seguido por Indonesia (137 MW), Turquía (47 MW) e Italia (40 MW) para un total de al menos 405 MW incorporados. Siendo menor a los 456 MW incorporados en el 2009 y considerablemente mayor a los 315 MW en el 2007.
- A finales del 2009, las plantas de energía geotérmica operaban en 24 países con un total aproximado de 10.7 GW de capacidad, generando más de 67 TWh de electricidad anualmente. Cerca del 88% de la capacidad de encuentra localizada en 7 países: Estados Unidos (3,150 MW), las Filipinas (2,030 MW), Indonesia (1,200 MW), México (960 MW), Italia (840 MW), Nueva Zelanda (630 MW) e

Islandia (580 MW el líder en una base per cápita). Islandia genera alrededor del 25% de su electricidad con energía geotérmica, y Filipinas alrededor del 18%.

- El uso directo de la energía geotérmica continúa con un rápido crecimiento, con ratios que exceden el 12% desde el 2005. En el 2009, la capacidad alcanzada es de un estimado de 51 GWth. Desde el 2005, la producción de calor se ha incrementado en algo menos del 10% anual en promedio, alcanzando 122 GWth en el año 2009. Casi el 25% del calor directo geotérmico fue usado para el baño y las piscinas, más del 14% para la calefacción y el resto para las casas verdes, propósitos industriales, la acuicultura en los estanques de calentamiento, secado agrícola, enfriamiento, para derretir la nieve y para otros usos.
- Estados Unidos lidera el mundo con una capacidad instalada poco menos de 13 GWth, seguido por China (9 GWth), Suecia (4.5 GWth), Alemania (4.2 GWth incluyendo 4.1 GWth de las bombas de calor y 0.1 GWth del calor profundo para la calefacción urbana y el calor de los edificios) y Noruega (3.3 GWth).
- En el 2009, la producción de electricidad geotérmica alcanzó 65.6 TWh, el 0.3% de producción mundial eléctrica y 1.7% de la producción de electricidad de origen renovable mundial. A nivel mundial, existen cuatro grandes zonas de producción, Asia del Este y del Sureste con 31.4% de la producción de electricidad de origen geotérmico, América del Norte con 25.4%, Europa Occidental 16.4% y América Central y el Caribe 15.5%.
- En el 2008, los costos de capital del desarrollo de un proyecto nuevo de energía geotérmica normalmente ascendían a cerca de US\$ 2,000 a 4,000/kWe para el desarrollo de las plantas flash y US\$ 2,400 a 5,900/kWe para las plantas binarias.
- El costo de capital de los sistemas geotérmicos de calor directo se encuentra en un rango de US\$ 1,700/kWth y US\$ 3,950. Los costos de capital de los sistemas geotérmicos de baja temperatura dependen del sistema seleccionado, sin embargo de acuerdo a diferentes estudios, los costos para los países de China e India se encuentran en el rango de US\$ 439- 600/kWth, para Norteamérica de US\$ 905- 1,190/kWth y para Europa de US\$ 1,170- 2,267.
- Los costos de operación & mantenimiento son pequeños porcentajes de los costos totales ya que la energía geotérmica no requiere de combustibles. Normalmente, los costos de operación dependen de la localización y el tamaño de las instalaciones, tipo y número de plantas; los costos de operación y mantenimiento oscilan entre US\$ 9/MWh a US\$ 25/MWh, excluyendo los costos de perforación. Los costos de operación y mantenimiento de los sistemas geotérmicos de baja temperatura son muy bajos.
- Para los Estados Unidos, el nivel de costos de un nuevo proyecto se encuentra en un rango de hasta US\$ 120/MWh, en Europa, hasta US\$ 200/MWh para los recursos de bajas temperaturas. Los costos de producción de los sistemas geotérmicos mejorados usando la tecnología actual se encuentran en un rango de US\$ 100/MWh (recursos de 300°C a una profundidad de 4 km) a US\$ 190/MWh (recursos de 150°C a 5 km de profundidad) en los Estados Unidos, mientras que en Europa las estimaciones son de US\$ 250- 300/MWh.