

## ***Los números de la energía solar en el mundo***

El crecimiento de las energías renovables en el curso de la última década ha sobrepasado con creces los más optimistas escenarios planteados hace diez años por la propia industria y por organismos como la Agencia Internacional de Energía, el Banco Mundial, Greenpeace y otros: los niveles de desarrollo esperados originalmente para 2020 fueron en su mayor parte alcanzados en 2010, y han sido holgadamente superados a la fecha <sup>(1)</sup>.

Los avances tecnológicos y su rápido despliegue, las economías de escala obtenidas de la expansión de mercados derivada, entre otros, de la introducción de políticas explícitas de fomento a su incorporación en las matrices energéticas nacionales, los nuevos mecanismos de incentivo a la participación privada en el subsector, el creciente interés de la banca internacional en la actividad y la creciente disponibilidad de nuevas fuentes y modalidades de financiamiento han demostrado que las energías renovables no se limitan a su carácter de instrumento para mejorar la seguridad energética o para la mitigación y adaptación al cambio climático; éstas son hoy reconocidas como una opción de inversión capaz de generar ventajas económicas directas e indirectas para mejorar los niveles de acceso, diversificación y seguridad de la energía, para reducir la dependencia de combustibles importados, para mejorar la calidad del aire, impulsar el desarrollo económico e, inclusive, para generar fuentes de empleo.

Por su parte, los rápidos avances tecnológicos, la creciente multiplicidad de proveedores y su progresiva competencia han jugado un papel fundamental en la reducción de los costos y en la notable expansión de las energías renovables en los últimos años: varias tecnologías de este tipo están hoy en posición de competir en costo con las tecnologías convencionales de generación, incluso sin considerar los beneficios de sus evidentes externalidades ambientales.

En Latinoamérica y el Caribe, el creciente interés en las energías renovables se ve hoy traducido en la adopción de ambiciosas metas de participación de éstas en las matrices energéticas nacionales y de decididas políticas de apoyo a su implantación, las que han derivado en un rápido crecimiento en las inversiones, más allá de las canalizadas al tradicional sector hidroeléctrico.

Hacia principios de 2014, por lo menos 19 países de la región han adoptado políticas explícitas de impulso a las energías renovables, y por lo menos 12 de ellos han establecido objetivos concretos para su participación en sus matrices energéticas, principalmente en generación eléctrica. Uruguay, como ejemplo, ha declarado como objetivo generar el 90% de su electricidad de fuentes renovables hacia el año 2015 <sup>(2)</sup>.

Las energías renovables ya cubren una parte sustancial de la demanda regional de electricidad. La energía hidroeléctrica abarca el 56.5% del total de la potencia de generación instalada y casi el 90% de la capacidad de generación en base a energías renovables. En América Central, la búsqueda de una matriz eléctrica diversificada ante la necesidad de reducir su vulnerabilidad a un perfil hidrológico cambiante está volcando el interés subregional hacia otros recursos energéticos renovables abundantes en la zona. En América del Sur, se proyecta que la futura expansión de la energía hidroeléctrica enfrente horizontes cada vez más restringidos por la creciente sensibilidad ambiental de los proyectos y la lejanía de gran parte de los recursos hídricos aún no explotados, lo que ha derivado en la adopción de políticas de fomento a las energías

renovables no convencionales <sup>(3)</sup> (ERNCs); y los países del Caribe persiguen hoy agresivamente el despliegue de energías renovables no convencionales para reducir su alta dependencia de los combustibles fósiles importados <sup>(4)</sup>.

Varios países de la región han introducido diversos mecanismos de impulso al despliegue de energías renovables, como ser tarifas de alimentación, procesos de licitación, incentivos tributarios y cuotas de participación. La aplicación de licitaciones ha ganado especial ímpetu recientemente en Brasil, El Salvador, Perú y Uruguay, con procesos lanzados en el curso de 2013 por un total conjunto de 6.6 GW de capacidad. A fines de 2013, ocho países contaban con leyes de medición neta para energías renovables y se habían implementado proyectos piloto en Costa Rica y Barbados.

En un momento en que el sector hidroeléctrico parece haber alcanzado una etapa de madurez en la región, el vasto potencial de las energías renovables no hídricas está comenzando a reconocerse y valorarse ampliamente. Con aproximadamente 1 GW de capacidad instalada, México es hoy el quinto productor mundial de energía geotérmica, seguido en la región por Centroamérica, con un potencial conjunto de 500 MW de capacidad. El mercado fotovoltaico solar, que ya había cobrado una creciente importancia en zonas rurales y en sistemas aislados en la región, ha experimentado recientemente un cambio de enfoque de pequeñas aplicaciones domésticas y rurales a plantas de energía a gran escala para los sistemas interconectados nacionales. Por su parte, la energía eólica ha experimentado una explosiva expansión en la región en los últimos años, con Brasil y México a la vanguardia.

### Contexto regional de las energías renovables

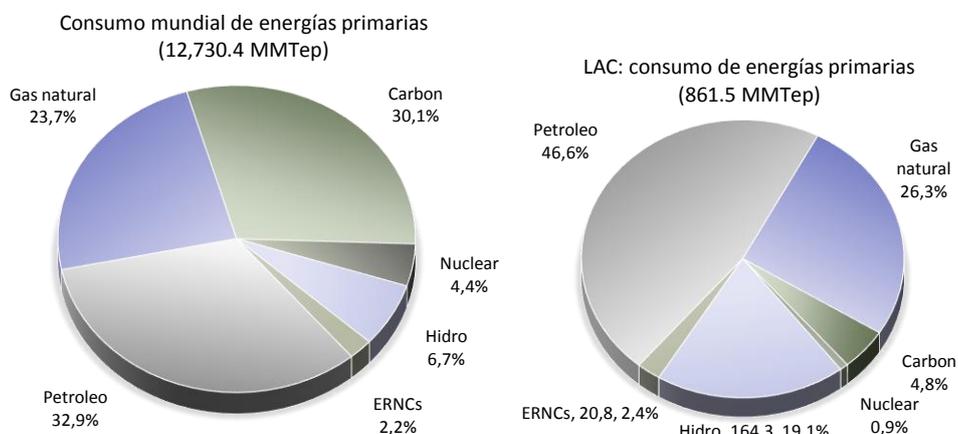
El consumo mundial de energías primarias alcanzó en 2013 los 12,730.4 millones de toneladas equivalentes de petróleo (MMTep). De éste total, las energías renovables representaron el 8.9%. En contraste, de un consumo total de 861.5 MMTep de energías primarias en Latinoamérica y el Caribe (LAC), las energías renovables acapararon en la pasada gestión un significativo 21.5% <sup>(5)</sup>.

<sup>(1)</sup> REN21, "Renewables 2014 Global Status Report"

<sup>(2)</sup> REN21, "Renewables 2014 Global Status Report"

<sup>(3)</sup> *Comprenden a la energía eólica, la pequeña hidroeléctrica, la biomasa, el biogás, la geotermia, la solar y la mareomotriz*

<sup>(4)</sup> REN21, "Renewables 2014 Global Status Report, Regional Spotlight: Latin America and the Caribbean"



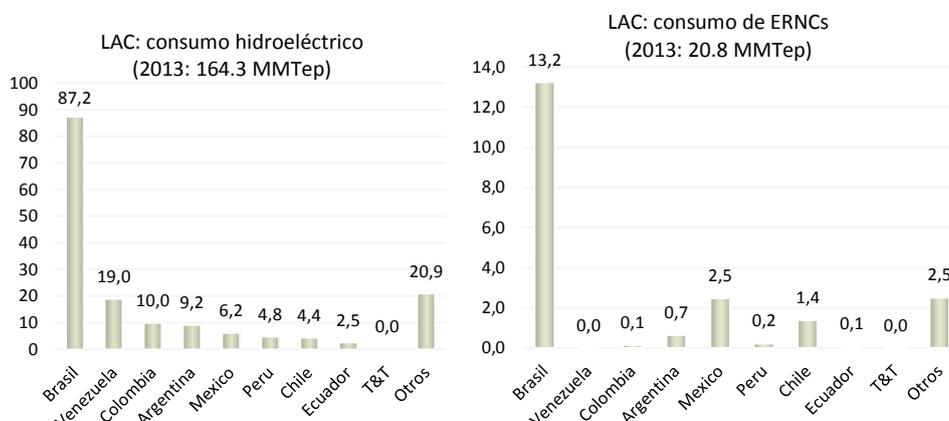
Es evidente que con una participación de 19.1% del consumo de energías primarias en LAC, la hidroenergía refleja los abundantes recursos hídricos existentes en la región.

La disponibilidad de amplias reservas de energías renovables no convencionales, sin embargo, no ha resultado por el momento en un grado de desarrollo de éstas notoriamente diferente al del promedio mundial: su participación en la matriz de energías primarias de la región se sitúa en el 2.4%, contra una participación de 2.2% a nivel mundial.

La distribución del consumo de energías primarias por país permite empezar a identificar el origen de la significativa participación de las energías renovables en la matriz energética regional. Brasil, con un consumo total de 284 MMTep acapara por sí solo el 33% del total del consumo regional de energías primarias, incluida la hidroenergía. Por su parte, el consumo brasileño de hidroenergía, de 87.2 MMTep, representa por sí sólo el 53.1% de los 164.3 MMTep de consumo regional de éste recurso; de ello se obtiene que el consumo brasileño de hidroenergía constituye por sí solo el 47.1% del total del consumo de energías renovables de Latinoamérica y el Caribe, de un total de 185 MMTep.

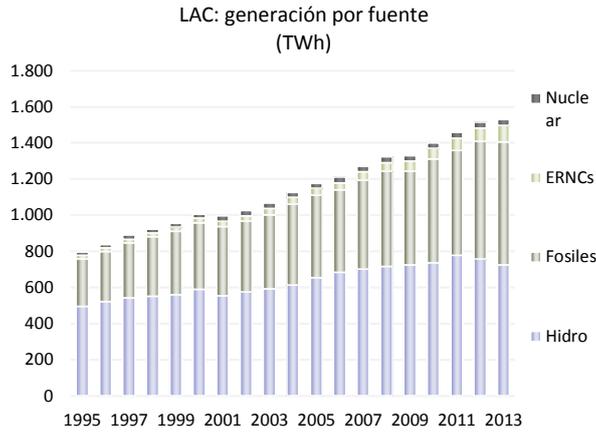
<sup>(5)</sup> BP Statistical Review of World Energy, June 2014

Previsiblemente, dado el tamaño de su economía, la participación brasileña en el consumo de ERNCs también despunta en términos de magnitud con relación a la del resto de la región: ésta representa por sí sola el 63.8% de los 20.8 MMTep utilizados en Latinoamérica y el Caribe en el curso de 2013, y está fundamentalmente constituida, como se verá más adelante, por la extensiva utilización de biomasa para generación termoeléctrica.



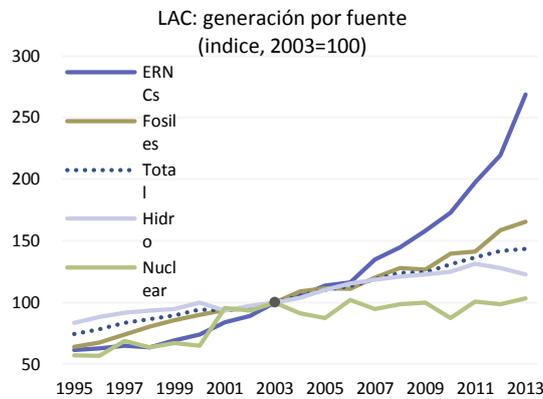
### Renovables en generación

La hidroenergía contribuyó el 47.4% de la generación eléctrica regional en 2013, ocho puntos porcentuales por debajo de su participación una década antes. Durante el período, ésta ha sido gradualmente desplazada por la generación eléctrica en base a fuentes fósiles de energía y, marginalmente, en los últimos ocho años, por las ERNCs, cuya participación ha pasado del 3.3% en 2005 a 6.0% en 2013 <sup>(6)</sup>.

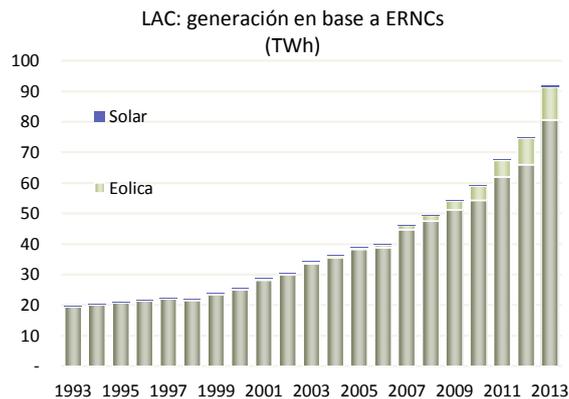


El creciente interés regional en las ERNCs como fuente de generación eléctrica se hace evidente en su rápido crecimiento, especialmente a partir de 2007, con adiciones anuales a la energía generada en base a ellas de 7.4 TWh en promedio durante el período y de unos notables 16.8 TWh en 2013. Como resultado, la generación eléctrica regional en base a ERNCs ha pasado de 34.2 TWh a 91.8 TWh en el curso de la última década, obteniéndose una destacable tasa anual de crecimiento del 12.8% en promedio a partir de 2007 -que en 2013 alcanzó el 22.5%-.

<sup>(6)</sup> BP Statistical Review of World Energy, June 2014



En términos de la composición de la generación de energía eléctrica en base a ERNCs en la región, es evidente que la "geotermia, biomasa y otros" acaparan a la fecha la mayor proporción. Esta está sustentada, fundamentalmente, por la utilización de biomasa para generación eléctrica en Brasil: con 52.1 TWh generados -principalmente en base a bagazo de caña-, ésta representa por si sola el 64.6% del total de la generación regional en base a "geotermia, biomasa y otros" y 56.8% del total de su generación en base a ERNCs.



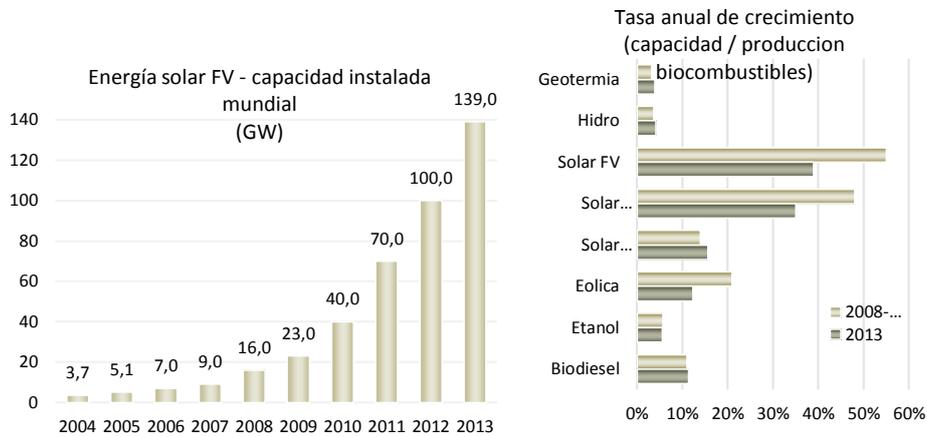
La generación en base a energía eólica en LAC ha presentado un crecimiento exponencial en la última media década a 2013: partiendo de 0.5 TWh en 2003 y 2.0 TWh producidos en 2008, ésta alcanzó en 2013 los 10.8 TWh, registrando un crecimiento promedio anual de 42.7%. Aun así, su participación en la generación eléctrica regional en base a energías renovables -incluida la hidrogenación- representa por ahora sólo el 1.3% del total.

Aunque en órdenes de magnitud significativamente menores, la generación eléctrica en base a energía solar ha mostrado, igualmente, un rápido crecimiento en años recientes, al haber pasado de 0.01 TWh en 2008 a 0.37 TWh en 2013. Su participación en la matriz regional de generación eléctrica se sitúa por el momento en 0.05% del total regional <sup>(7)</sup>.

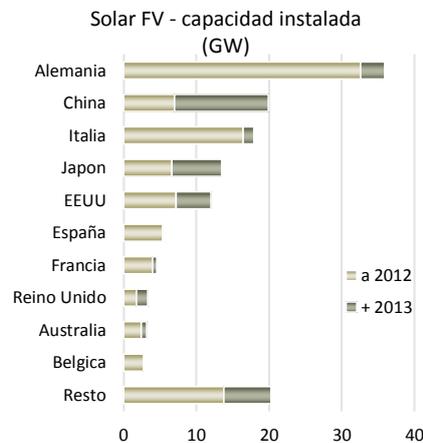
<sup>(7)</sup> BP Statistical Review of World Energy, June 2014

## Generación solar

La reciente evolución de la energía solar fotovoltaica (FV) a nivel global refleja sus notables tasas de crecimiento en la capacidad instalada en el curso de la última media década, las que han promediado el 55% anual, superiores a las de sus contrapartes en energía solar de concentración y térmica -cuyos valores absolutos son por ahora insignificantes- y notablemente superior, inclusive, a la de la energía eólica.



A la fecha, la capacidad instalada mundial de generación en base a energía solar fotovoltaica alcanza a los 139 GW, 769% por encima de los 16 GW existentes en 2008 <sup>(8)</sup>. Esta aún palidece en comparación a la capacidad eólica de generación instalada a nivel mundial, la que en 2013 alcanza los 6,493 MW.



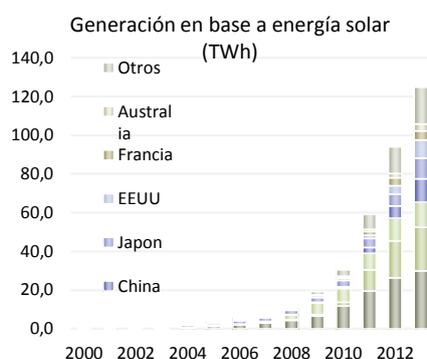
Alemania, con 36 MW de capacidad instalada, constituye de lejos la principal plaza mundial en generación solar, la que junto a Italia, España, Francia y el Reino Unido, han convertido a Europa

en la región de mayor desarrollo y aplicación de esta tecnología a nivel mundial, con más de 80 MW conjuntos en operación a fines de 2013. En términos de crecimiento, sin embargo, Asia, apuntalada por el notable dinamismo de la energía solar en China en 2013, con una notable incorporación de capacidad de 12.9 MW sólo en la pasada gestión, ha capturado junto a Japón el espacio de mayor crecimiento.

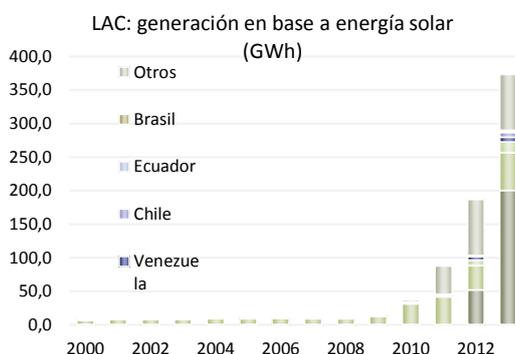
<sup>(7)</sup> BP Statistical Review of World Energy, June 2014

<sup>(8)</sup> REN21, "Renewables 2014 Global Status Report, Market and Industry Trends, Solar PV Industry"

Previsiblemente, en términos de la generación de energía eléctrica, los valores obtenidos reflejan las capacidades instaladas referidas anteriormente.



Latinoamérica y el Caribe, con una generación en base a energía solar aún incipiente, que en 2013 bordeó los 373 GWh (o 0.37 TWh, notar cambio de unidad), se sitúa en la categoría de "otros" junto a África y Medio Oriente, lo que permite inferir el aún inmenso potencial de desarrollo de esta tecnología en la región. Debe anotarse, sin embargo, que la generación solar en LAC ha mostrado evidentes señales de un creciente dinamismo: a partir de 2010 ésta ha pasado de 37.2 GWh a los 373 GWh antes mencionados; en sólo los tres años a 2013 ésta ha registrado el 90% de su crecimiento acumulado en los últimos doce <sup>(9)</sup>.



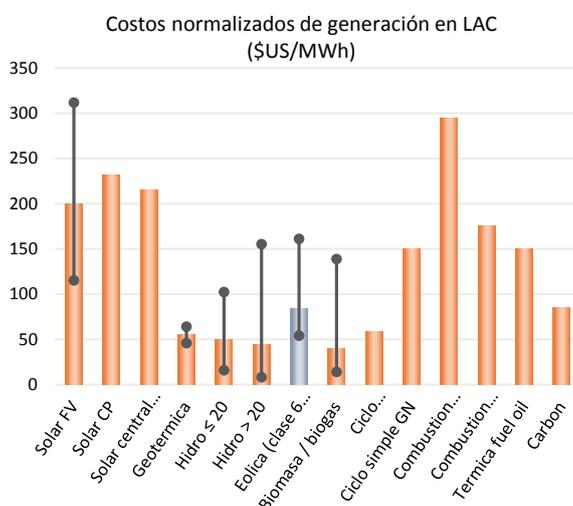
Esta notable expansión de la generación solar en la región es fundamentalmente atribuible al crecimiento que ésta ha experimentado en Perú, que en sólo los dos últimos años ha capturado el 53.6% del total regional, con 199.8 GWh producidos en 2013. Perú, junto a México y Argentina acaparan a la fecha casi tres cuartas partes de la energía solar generada en la región.

<sup>(9)</sup> BP Statistical Review of World Energy, June 2014

La expansión del parque generador solar latinoamericano ha respondido a la creciente competitividad económica de esta tecnología. En la última media década, los costos de inversión de la energía solar han disminuido notablemente como producto de una creciente competencia

entre un mayor número de productores y de las economías de escala generadas por la creciente demanda mundial.

Por su parte, los avances tecnológicos, la reducción de los costos de materiales de manufactura (particularmente del silicio policristalino utilizado en las celdas solares, desde alrededor de \$US 400 por kilogramo en 2008 a alrededor de \$US 15/Kg en 2013 <sup>(10)</sup>), la introducción de mejoras en los proceso de producción y las crecientes economías de escala, han contribuido a reducir los costos de los paneles fotovoltaicos mucho más rápidamente de lo esperado por la propia industria, desde \$US 3.50 por vatio en 2008 a menos de \$ 1.50 por vatio a la fecha.



En Latinoamérica y el Caribe las anteriores tendencias se han traducido recientemente en un costo normalizado de generación solar fotovoltaica medio de \$US 200 por MWh, con una máxima de \$US 312 y una mínima de \$US 115 <sup>(11)</sup>, el que en algunas plazas ha logrado posicionarse competitivamente en relación a las centrales de generación termoeléctrica en base a combustibles fósiles como el diésel, el fuel oil e, inclusive, el gas natural.

Por otra parte, la rápida incursión de la energía solar en LAC ha respondido a la introducción de políticas de fomento a las energías renovables en varios países; entre ellas figuran prominentemente la adopción de metas de participación en sus matrices de generación eléctrica, la aplicación de normas de cartera, la introducción de tarifas de alimentación y la realización de licitaciones públicas por fuente de energía y/o por potencia.

La introducción de metas oficiales de participación de energías renovables en las matrices energéticas o de generación eléctrica ha sido un componente crítico para la incursión de las ERNCs en el mercado. Aunque estas pueden no haber venido acompañadas de mecanismos de penalización por incumplimiento, han resultado de todos modos sumamente efectivas como señal a los agentes económicos sobre la dirección y los objetivos de las políticas públicas sectoriales. Desde 2004, el número de países con políticas directas de fomento a las energías renovables se ha triplicado a nivel mundial, de 45 a 137, y un número creciente de países latinoamericanos -19 a principios de la presente gestión- está adoptando metas de participación de energías renovables y promulgando los marcos regulatorios que las promuevan.

<sup>(10)</sup> DIGITIMES, "Polysilicon firms may reduce capacity to prevent further price falls", <http://www.digitimes.com/news/a20121123PD204.html>

<sup>(11)</sup> Banco Interamericano de Desarrollo, "Repensemos nuestro futuro energético", documento de debate N° IDB-DP-292, Junio 2013

Las tarifas de alimentación constituyen el mecanismo de política sectorial de fomento a las energías renovables más generalizado a nivel internacional y han sido adoptadas con resultados efectivos para impulsar el desarrollo de la mayor parte de la capacidad instalada de energía eólica y fotovoltaica en la región. Aunque en un principio se utilizaron principalmente en Europa, la mayoría de las medidas de ésta naturaleza están siendo actualmente desplegadas en economías

emergentes y en los países en desarrollo. A la fecha, varios países de la región han adoptado tarifas de alimentación (o similares), entre ellos Argentina, Brasil, Ecuador, Honduras, y Nicaragua.

Metas de participación de energías renovables				
País	Tipo	Meta		Año
Argentina	Generación	8.0	%	2016
Brasil	Biogeneración	19.3	GW	2021
	Mini hidro	7.8	GW	2021
	Eólica	15.6	GW	2021
Chile	Generación	20.0	%	2025
Colombia	Generación SIN	3.5	%	2015
	Generación SIN	6.5	%	2020
	Generación aislados	20.0	%	2015
	Generación aislados	30.0	%	2020
Costa Rica	Generación	100.0	%	2021
R Dominicana	Generación	25.0	%	2025
Guatemala	Generación	80.0	%	2027
Honduras	Generación	60.0	%	2022
	Generación	80.0	%	2038
México	Generación	35.0	%	2026
Nicaragua	Generación	43.0	%	2018
	Generación	90.0	%	2020
Uruguay	Generación	90.0	%	2015
	Biogeneración	200.0	MW	2015
	Eólica	1.0	GW	2015
T&T	Demanda pico	5.0	%	2020

*Fuente: REN21, "Renewables 2014 Global Status Report"*

Recientemente, sin embargo, se ha registrado una tendencia marcada hacia la implantación de licitaciones para la provisión de energía o potencia en base a ERNCs en general o a una fuente en particular, como ha sido el caso en Argentina, Brasil, Costa Rica, El Salvador, Honduras, Jamaica, México, Panamá, Perú y Uruguay.

Por su parte, Chile y Nicaragua son los únicos países en la región cuyas políticas de fomento a las energías renovables se asemejan a las normas de cartera, con la introducción de cuotas mínimas de ERNCs aplicables a la generación y distribución de energía eléctrica.

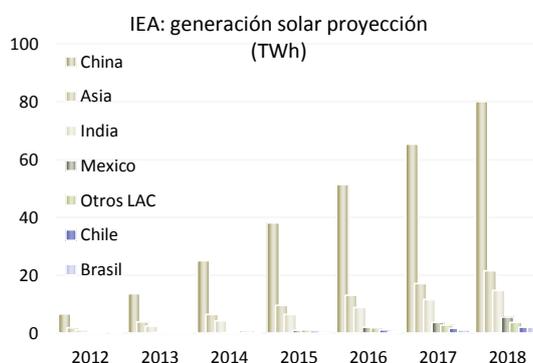
Finalmente, México -y especialmente su programa de energía eólica en el istmo de Tehuantepec (donde la capacidad instalada es superior a 770 MW)- constituyen un ejemplo innovador en cuanto se refiere a la regulación de autoabastecimiento para impulsar el desarrollo de las ERNCs en sistemas aislados. La regulación mexicana ha adoptado la creación de bancos de energía, cobros por servicios de transmisión basados en un sistema de estampilla postal y reconocimientos del aporte de potencia para compensar los cargos por demanda. El sistema de estampilla postal

para la transmisión eléctrica ha representado un especial incentivo para la introducción de ERNCs que permite compensar, por una parte, su dispersión geográfica y lejanía de los principales centros de consumo -como en el caso de la generación solar en Chile- y, por otro, su inherente carácter variable, lo que bajo sistemas de transmisión por distancia tendería a dificultar las inversiones en transmisión.

## Perspectivas

La energía solar apunta a alcanzar masa crítica en varios mercados de Latinoamérica y el Caribe, y la región ha comenzado a desarrollar una industria solar substancial que complemente sus ingentes recursos hídricos y de biomasa. En el mediano a largo plazo, las crecientes presiones por consolidar su seguridad energética y la diversificación de su oferta energética continuarán fomentando el crecimiento de la generación solar en la región.

Según las últimas proyecciones de la Agencia Internacional de Energía (IEA) <sup>(12)</sup>, la región estará generando alrededor de 13.4 TWh en base solar hacia 2018, un crecimiento notable en comparación a los 0.37 <sup>(13)</sup> TWh generados en 2013. Este crecimiento, que podría considerarse optimista a primera vista, refleja hacia adelante los ritmos de crecimiento de la generación solar registrados en los últimos tres años, en una etapa de su desarrollo en la región que, dado su inmenso potencial estimado en alrededor de 17 TWh de energía solar fotovoltaica y 7.5 TWh de energía solar de concentración <sup>(14)</sup>, puede considerarse aún incipiente. Por otra parte, las actuales proyecciones de la IEA sobre el crecimiento de la generación solar en otras regiones y países emergentes permiten poner en perspectiva sus actuales proyecciones para la región.



A pesar de sus favorables perspectivas, la energía solar, como las demás fuentes de ERNCs, afronta aún obstáculos que podrían retrasar el pleno potencial de su despliegue y los objetivos de política energética a ésta asignados; entre ellos sobresalen el carácter incipiente de marcos regulatorios y contractuales que acomoden las características particulares de las fuentes renovables de generación eléctrica, la insuficiencia de lineamientos de planificación para su incorporación a los sistemas interconectados, la falta de disponibilidad de capacidad de transmisión, la persistencia de procesos burocráticos para obtener licencias ambientales y de conexión de los proyectos a los sistemas interconectados, y la escasez de fuentes y modalidades adecuadas de financiamiento para éstos.

<sup>(12)</sup> IEA, "Medium Term Renewable Energy Market Report - 2013"

<sup>(13)</sup> BP Statistical Review of World Energy, June 2014

<sup>(14)</sup> Banco Interamericano de Desarrollo, "Repensemos nuestro futuro energético", Junio 2013

Los proyectos de generación han enfrentado procesos burocráticos y altos costos administrativos para la obtención de permisos y autorizaciones en varios países, que normalmente han venido acompañados de retrasos para obtener aprobación de sus Estudios de Impacto Ambiental y las correspondientes licencias ambientales, de prolongados procesos relativos al ordenamiento territorial en los que se enfrenta la intervención de diversas instancias institucionales, de falta de información sobre la disponibilidad de capacidad de transmisión y ausencia de lineamientos de planificación de éstas, de insuficiencias en la capacidad de transmisión y de vacíos en la

reglamentación sobre derechos de vía y propiedad de la tierra <sup>(15)</sup> requeridos para la instalación de parques de generación.

En el caso de Chile, por ejemplo, la creciente oferta de generación destinada a abastecer el rápido crecimiento de la demanda de energía eléctrica y la insuficiente expansión de la capacidad de transmisión han resultado en puntos de alta congestión derivados de la limitada flexibilidad de los sistemas interconectados del SIC y del SING. La orientación geográfica de Chile ha actuado a la fecha como un cuello de botella que dificulta la creación de un sistema más robusto de transmisión en el único corredor norte-sur hoy disponible.

Por otra parte, la región del desierto de Atacama en el norte chileno cuenta con un inmenso potencial solar que por el momento enfrenta una limitada capacidad de transmisión a los centros de demanda en el centro del país. En consecuencia, las actuales proyecciones de expansión sólo consideran un despliegue limitado de la capacidad de generación solar en ésta zona hacia el mediano plazo.

El financiamiento para la generación de ERNCs continúa representando un considerable reto al constituir un territorio aún no plenamente explorado tanto para inversionistas como para instituciones financieras. Por su parte, la inestabilidad política y la mutabilidad de los marcos legales, regulatorios y contractuales aplicables a la actividad han tendido a exacerbar la percepción de riesgo relativo a las energías renovables en varios países de la región, lo que ha dificultado el desarrollo de fuentes y modalidades de financiamiento que se ajusten a sus características particulares, incluidos sus patrones de generación y de localización geográfica, que tienden a diferir de los de las fuentes convencionales. Hay ejemplos concretos de modificaciones, en ciertos casos retroactivos, de los mecanismos de fomento y/o subsidio a los proyectos y de la aplicación de nuevos impuestos sobre proyectos de generación ya en operación.

Finalmente, en la región persiste la aplicación de enormes subsidios a los combustibles fósiles que continúan superando ampliamente los incentivos financieros asignados al desarrollo de energías renovables lo que, previsiblemente, limita sus perspectivas. Por otra parte, algunos países están dirigiendo su atención y sus recursos hacia la exploración y extracción de recursos fósiles no convencionales, mientras que, fundamentalmente, la mayoría de los gobiernos continúan siendo renuentes a internalizar en sus políticas energéticas los costes externos asociados con la extracción y utilización de combustibles fósiles <sup>(16)</sup>.

<sup>(15)</sup>EIA, "Technology Roadmap Wind Energy", 2013

<sup>(16)</sup>REN21, "Renewables 2014 Global Status Report, Tracking the Global Energy Transition"