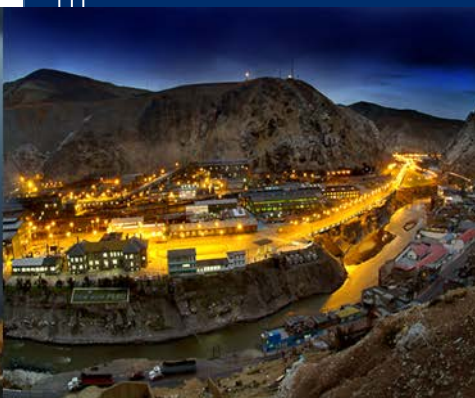


REPORTE DE ANÁLISIS ECONÓMICO SECTORIAL

SECTOR ELECTRICIDAD

El Mercado Mundial de la Electricidad

Año 4 – N° 6 – Diciembre 2015



Osinergmin

ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA

Bernardo Monteagudo 222, Magdalena del Mar
Lima – Perú

www.osinergmin.gob.pe

Oficina de Estudios Económicos

Teléfono: 219-3400 Anexo 1057

http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca_osinergmin/estudios_economicos

Índice

Presentación.....	3
El mercado mundial de la electricidad	4
Introducción	4
Principales indicadores	4
Matriz de generación eléctrica mundial	6
La electricidad en Sudamérica	8
Factores que afectan los mercados de electricidad.....	10
Proyecciones del mercado de la electricidad.....	13
Comentarios finales.....	14
Notas	16
Abreviaturas utilizadas	17

Presentación

Como parte de sus actividades asociadas a la gestión del conocimiento dentro del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergrmin), la Oficina de Estudios Económicos (OEE) realiza un seguimiento a los principales eventos y discusiones de política en los sectores energético y minero. Este esfuerzo se traduce en los Reportes de Análisis Económico Sectorial (RAES) sobre las industrias reguladas y supervisadas por Osinergrmin (gas natural, hidrocarburos líquidos, electricidad y minería).

Los RAES buscan sintetizar los principales puntos de discusión de los temas económicos vinculados a las industrias bajo el ámbito de competencias de Osinergrmin, dando a conocer el posible desarrollo o la evolución futura de estos sectores. El presente reporte correspondiente al sector eléctrico aborda el tema “El Mercado Mundial de la Electricidad”.

El reporte presenta de manera resumida algunos indicadores clave del mercado eléctrico mundial, la configuración del parque de generación eléctrica internacional y algunos datos estadísticos del mercado eléctrico sudamericano. A nivel mundial en el 2015 alrededor del 70% de la energía eléctrica es generada en centrales térmicas, mientras que el 16% procede de centrales hidroeléctricas, el 11% de centrales nucleares y el 3% de fuentes renovables. En Sudamérica la situación es diferente pues alrededor del 60% de la electricidad es generada en centrales hidroeléctricas, mientras que las centrales térmicas fueron responsables de producir el 37% de la energía eléctrica, en este sentido Sudamérica es la región con el parque de generación más limpio del mundo.

Asimismo, se describen algunos factores que afectan de manera transversal la actividad del mercado eléctrico y finalmente se presentan algunas proyecciones del mercado.

Cabe resaltar que el presente reporte constituye una versión preliminar (*background paper*) del segundo capítulo del libro “La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aporte al crecimiento” que será publicado por Osinergrmin en noviembre del 2016.

Los comentarios y sugerencias se pueden enviar a la siguiente dirección de correo electrónico: gpae@osinergrmin.gob.pe.

Arturo L. Vásquez Cordano
Gerente de Estudios Económicos

El mercado mundial de la electricidad

Introducción

El sector eléctrico a nivel mundial ha modificado su matriz energética con la finalidad de llevar electricidad a los hogares más alejados, combatir el cambio climático y mejorar la eficiencia energética. Las mejoras tecnológicas y la mayor inversión en el sector han permitido lograr avances significativos en cada uno de los aspectos señalados.

Por ello, es importante conocer el desarrollo a nivel mundial del sector y ver cómo el Perú se encuentra posicionado con respecto al mercado internacional. El presente documento es una versión preliminar del segundo capítulo del libro “La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aporte al crecimiento” que será publicado por Osinerghmin en noviembre del 2016.^[1]

capacidad instalada en Asia fueron China (1433 GW),^[3] Japón (320 GW)^[4] e India (312 GW).

Por otra parte, Europa concentró el 23% (1427 GW) de la capacidad mundial, mientras que Norteamérica el 22% (1335 GW). Los países que tuvieron la mayor capacidad instalada en cada uno de los continentes mencionados fueron Alemania (197 GW) y Estados Unidos (1127 GW), respectivamente.

Por su parte, Centro y Sudamérica solo representaron 4.5% de la capacidad mundial (318 GW), siendo Brasil y Argentina los países con la mayor capacidad instalada (134 GW y 42 GW, respectivamente).^[5] El Perú contaba con 12 GW que representaba apenas el 0.2% de la capacidad instalada mundial.

Principales indicadores^[2]

a) Capacidad instalada

Al 2015 la capacidad instalada de generación en el mundo fue de 6208 gigawatts (GW). La mayor proporción de la capacidad se concentró en el continente asiático con 2881 GW, lo que representó 46% del total de la capacidad instalada en el mundo. Los países con la mayor

Al 2015 la capacidad instalada de generación en el mundo fue de 6 208 GW, la producción eléctrica, 23 950 TWh y la demanda 22 622 TWh.

Respecto al Perú, su capacidad instalada fue de 12 GW, su producción, 48 TWh y su demanda, 42 TWh.

b) Producción de electricidad

Se estima que a nivel mundial la generación de electricidad en el año 2015 fue de 23 950 terawatts hora (TWh). El continente que tuvo la mayor participación en la generación fue Asia con 47% (11 229 TWh), seguido de Norteamérica con 22% (5 260 TWh), Europa con 21% (5 017 TWh), y Centro y Sudamérica con 6% (1 364 TWh).

A nivel de países, en el año 2015 la mayor producción de energía eléctrica se dio en China (5552 TWh), Estados Unidos (4402 TWh), India (1220 TWh), Rusia (1083 TWh) y Japón (1068 miles de MWh), representando en conjunto alrededor del 56% de la electricidad producida en ese año.

A nivel de Latinoamérica, destacan las participaciones de Brasil (583 TWh), México (304 TWh), Argentina (144 TWh) y Venezuela (126 TWh). Por su parte, el Perú tuvo una producción de 48 TWh, la cual representó el 0.2% de la producción mundial en el 2015.

c) Demanda de electricidad

En los últimos 20 años, paralelo al crecimiento de la economía mundial, se ha incrementado de manera sostenida la demanda de energía eléctrica. Así, el consumo aumento de 11 260 TWh en 1990 a 22 662 TWh en el 2015, es decir, un incremento de casi 100%, mientras que en el Perú la demanda se ha incrementado en más de 200% al pasar de 10.7 TWh en 1992 a 42.3 TWh en el 2015.

A nivel de países, los que concentraron la mayor demanda en el 2015 fueron China (5228 TWh), Estados Unidos (4180 TWh), India (1153 TWh), Japón (1030 TWh) y Rusia (1018 TWh).

Según continente, al 2015 la región que tuvo la mayor demanda fue Asia con 10 652 TWh, seguida de Norteamérica, Europa y, Centro y Sudamérica con

demandas de 5060, 4724 y 1251 TWh, respectivamente.

Cuadro N° 1: Principales indicadores del sector eléctrico mundial, por continente, 2015

Región	Capacidad instalada (GW)	Producción (TWh)	Demanda (TWh)
TOTAL	6208	23 950	22 662
Asia	2881	11 229	10 652
Europa	1427	5017	4 724
Centro y Sudamérica	318	1364	1251
África	167	780	684
Norteamérica	1335	5260	5060
Oceanía	80	300	291
Perú	12	48	42

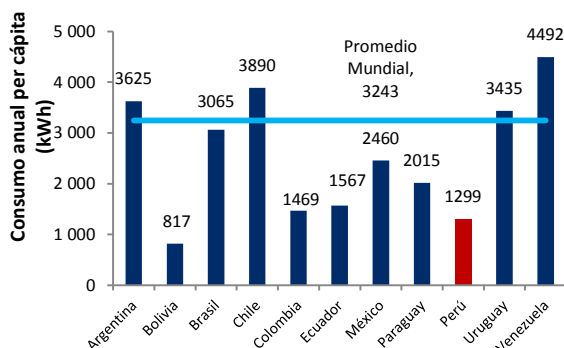
Fuente: ONU, Enerdata y MEM. Elaboración: OEE-Osinergrmin.

d) Consumo per cápita de electricidad en Latinoamérica

En el **Gráfico N° 1** se puede apreciar el consumo de electricidad per cápita para los principales países de Latinoamérica en el 2014, así como el consumo promedio mundial (3243 KWh per cápita). Se observa que solo Argentina, Chile, Uruguay y Venezuela tuvieron un consumo por encima del promedio mundial, mientras que el consumo del Perú fue mucho menor a dicho promedio y solo superaba al consumo de Bolivia.



Gráfico N° 1: Consumo per cápita de electricidad en los principales países de Latinoamérica, 2014



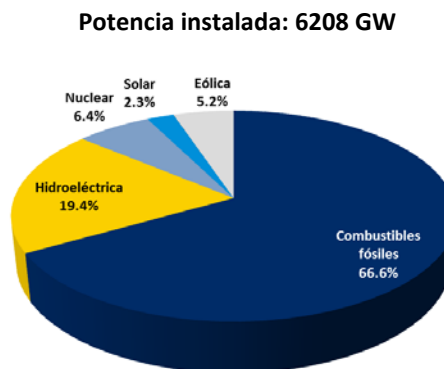
Fuente: Olade y Banco Mundial. Elaboración: OEE - Osinergrmin.

Matriz de generación eléctrica mundial

a) Capacidad instalada

A nivel mundial, en el 2015 las dos terceras partes de la capacidad instalada estaba conformada por centrales que empleaban combustibles fósiles ^[6], mientras que la participación de las hidroeléctricas era alrededor del 19%, 6.4% para las centrales nucleares y 7.8% para centrales solares y eólicas (ver **Gráfico N° 2**).

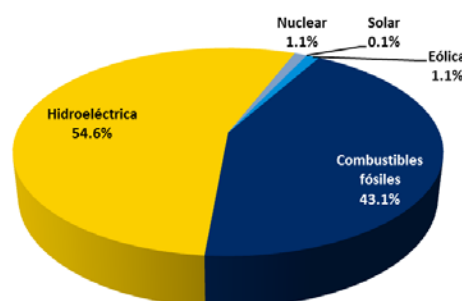
Gráfico N° 2: Parque de generación eléctrico por tipo de fuente primaria a nivel mundial, 2015



Fuente: ONU. Elaboración: OEE - Osinergrmin

A diferencia de la mayoría de continentes, que tienen una matriz de generación eléctrica similar a la mundial, en Sudamérica aproximadamente el 54% de la generación se realiza con fuente hidráulica y el 43% con energía fósil. En este sentido, es la región con el parque de generación con menor porcentaje de emisiones de gases contaminantes por kWh producido.

Gráfico N° 3: Parque de generación eléctrico de Sudamérica, 2015



Fuente: ONU. Elaboración: OEE - Osinergrmin

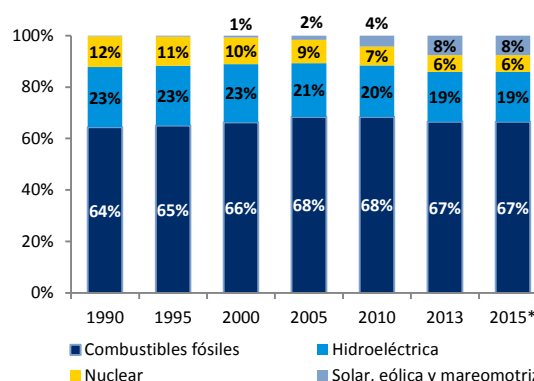


Por otra parte, en el Perú el 57% de la capacidad instalada está conformada por empresas termoeléctricas, especialmente gas natural, el 40% por tecnología hidráulica y el 3% por tecnología solar y eólica.

Al analizar la evolución del parque de generación eléctrica a nivel mundial desde la década de los noventa, se aprecia que su composición ha sufrido algunas modificaciones, aunque no muy drásticas. De esta manera, se tiene que la participación de las centrales que emplean combustibles fósiles se incrementó de 64% en 1990 a 67% en el 2015, mientras que la participación de las centrales hidroeléctricas y nucleares se ha reducido en 4 y 6 puntos porcentuales, respectivamente.

Por el contrario, debido a los compromisos asumidos en el Protocolo de Kioto referentes a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, a partir del año 2000 se han instalado diversas centrales solares y eólicas hasta alcanzar una participación del 8% de la capacidad instalada en el 2015.

Gráfico N° 4: Evolución de la composición del parque de generación eléctrico mundial



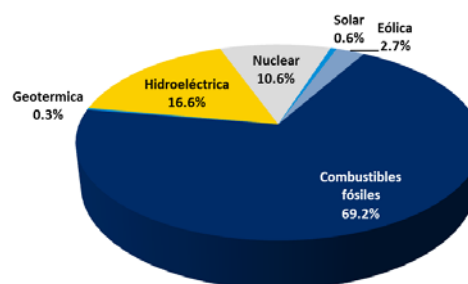
*Los porcentajes de capacidad instalada para cada tipo de tecnología son estimados en base a información de la ONU.

Fuente: ONU. Elaboración: OEE-Osinergrmin.

Por el lado de la producción, en el 2015 el principal insumo utilizado en la generación de electricidad en el mundo han sido los combustibles fósiles representando casi el 70% de la generación mundial, mientras que la producción en base a energía hidroeléctrica y nuclear ha sido el 16.6% y 10.6% respectivamente.

Gráfico N° 5: Producción eléctrica mundial, por tipo de tecnología, 2015*

Producción: 23 950 TWh



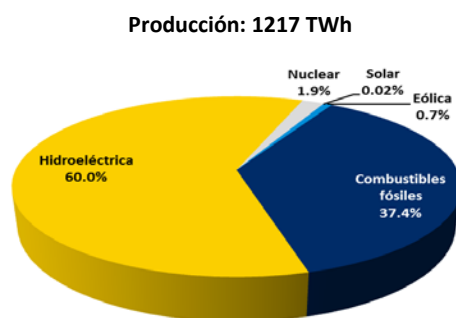
*Los datos de producción para cada tipo de tecnología son estimados en base a información de la ONU.

Fuente: ONU. Elaboración: OEE-Osinergrmin.

A nivel de continentes la participación de cada tecnología es muy similar a la del mundo puesto que en África, Asia, Centroamérica y el Caribe, Norteamérica y Oceanía predomina la generación de electricidad en base a combustibles fósiles con participaciones mayores al 60%.

Una situación diferente se da en Sudamérica donde el 60% de la electricidad es producida a partir de centrales hidroeléctricas, mientras que la generación con combustibles fósiles solo representa el 37%.

Gráfico N° 6: Producción eléctrica en Sudamérica, por tipo de tecnología, 2015*



*Los datos de producción para cada tipo de tecnología son estimados en base a información de la ONU.
Fuente: ONU. Elaboración: OEE-Osinergrmin.

Con respecto al Perú, en el 2015 el 51% de la producción eléctrica se generó con energía hidráulica, el 48% con energía térmica (especialmente gas natural) y el 2% con energía renovable no convencional (eólica y solar).

La electricidad en Sudamérica

La evolución de la producción de electricidad ha crecido 2.5 veces en los últimos 23 años (1990-2013) como reflejo del avance económico que se registró en la región. La tasa de crecimiento de la producción de electricidad en Sudamérica ascendió, en promedio, a 4.1% anual. A nivel de países, los que presentaron una mayor tasa de crecimiento promedio anual fueron Chile (6.2%), Bolivia (6%), Ecuador (5.8%) y Perú (5.1%) tal como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 2: Crecimiento de la generación en Sudamérica

País	Participación en la producción total- 2013	Tasa de crecimiento promedio anual, 1990-2013
Argentina	12.5%	4.5%
Bolivia	0.7%	6.0%
Brasil	50.7%	4.2%
Chile	6.5%	6.2%
Colombia	6.3%	3.0%
Ecuador	2.1%	5.8%
Paraguay	5.4%	3.5%
Perú	3.8%	5.1%
Uruguay	1.0%	2.0%
Venezuela	10.9%	3.2%
Sudamérica	100%	4.1%

Fuente: ONU. Elaboración: OEE-Osinergrmin

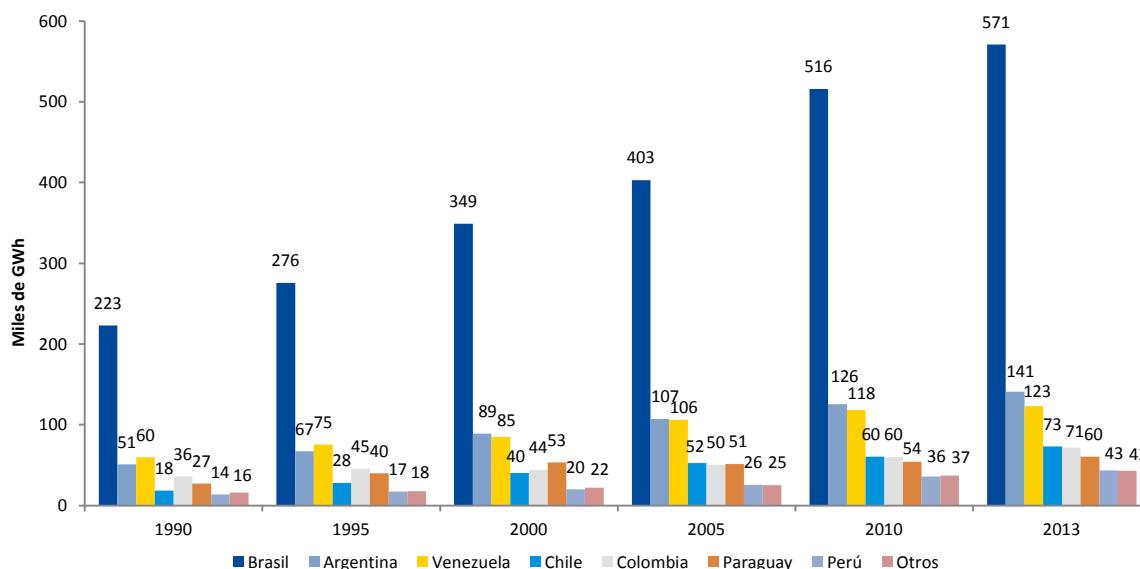
A pesar del crecimiento experimentado por Chile, Bolivia, Ecuador y Perú en la generación de electricidad, la mayor participación en la producción eléctrica la sigue manteniendo Brasil, Argentina y



Venezuela con el 50.7%, 12.5% y 10.9%, respectivamente. En el siguiente gráfico se puede apreciar la evolución que ha tenido la

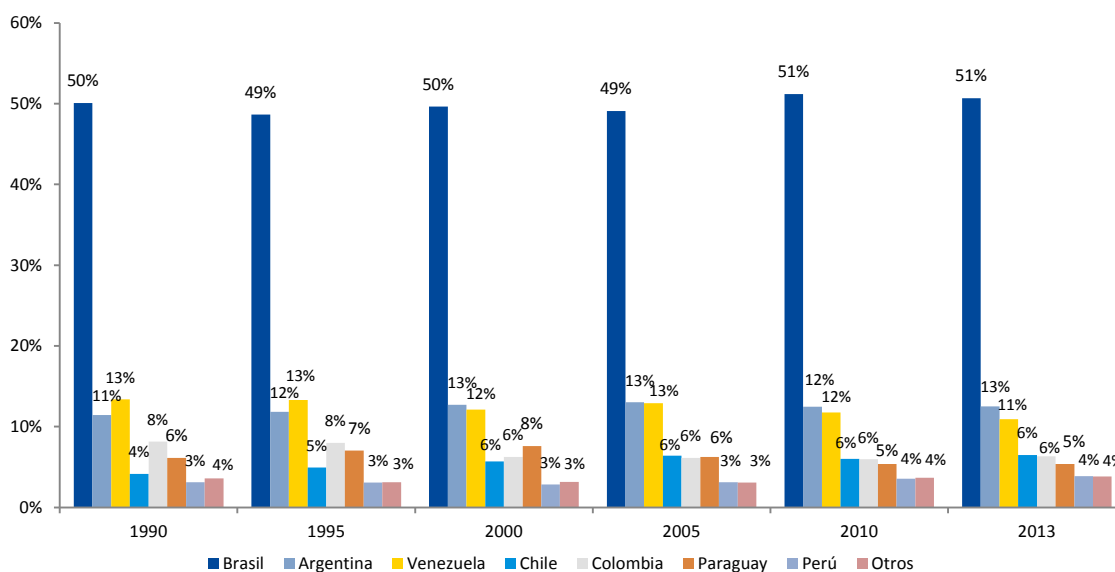
producción eléctrica en el periodo 1990-2013.

Gráfico N° 7: Evolución de la energía eléctrica generada en Sudamérica



Fuente: ONU. Elaboración: OEE-Osinergrmin

Gráfico N° 8: Evolución de la participación en energía eléctrica generada en Sudamérica (%)

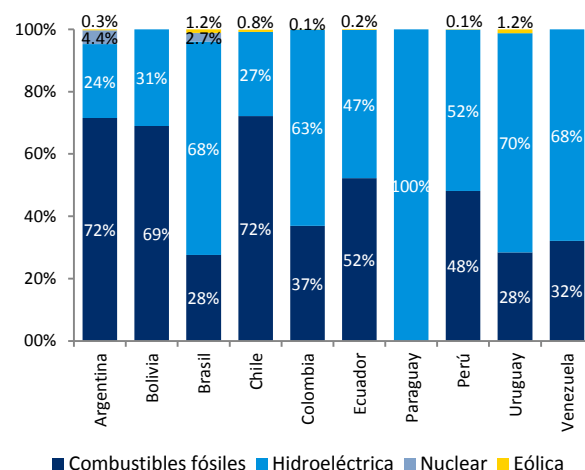


Fuente: ONU. Elaboración: OEE-Osinergrmin



La producción por tipo de tecnología en Sudamérica es principalmente de origen hidroeléctrico y térmico. Además, en comparación a la matriz eléctrica de otras regiones es la que tiene mayor participación de energía renovable. Por ejemplo, a 2013, Paraguay tuvo 100% de energía hidroeléctrica, Brasil 68.5% y Perú 51.7%, tal como puede observarse en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 9: Participación de la generación de electricidad, por fuente, 2013



Fuente: ONU. Elaboración: OEE-Osinergmin

Otro aspecto fundamental es el acceso a la electricidad. Según datos de la Agencia Internacional de la Energía (IEA, por sus siglas en inglés), si bien en la mayoría de países de Sudamérica el coeficiente de electrificación nacional es superior al 90%, al 2013 todavía existían países cuyo coeficiente de electrificación rural era menor al 80%. Ese era el caso de Argentina, Bolivia y Perú. Por el contrario en países como Venezuela, Brasil y Paraguay dicho coeficiente tuvo un valor superior al 97%. En el siguiente cuadro se presentan los coeficientes de electrificación

de los países de Sudamérica para el año 2013.

Cuadro N° 3: Niveles de electrificación en Sudamérica, 2013

País	Población sin electricidad (millones)	Coeficiente nacional de electrificación	Coeficiente de electrificación urbana	Coeficiente de electrificación rural
Argentina	1.5	96.4%	99.2%	66.2%
Bolivia	1.2	88.4%	95.6%	73.5%
Brasil	0.8	99.6%	100.0%	97.3%
Colombia	1.2	97.5%	99.8%	90.3%
Ecuador	0.5	97.0%	98.5%	94.4%
Paraguay	0.1	99.0%	99.8%	97.8%
Perú*	2.9	90.3%	96.0%	70.2%
Uruguay	0.0	99.4%	99.7%	93.8%
Venezuela	0.1	99.7%	99.8%	98.6%

*Para el caso del Perú el coeficiente de electrificación nacional y rural en el 2015 fueron de 93% y 78%, respectivamente.

Fuente y elaboración: IEA (2015).

La existencia de millones de familias que aún no cuentan con suministro eléctrico en diversos países de Sudamérica y el mundo abre la posibilidad de emplear tecnologías basadas en energías renovables, como por ejemplo la instalación de paneles solares, para poder brindar la provisión del servicio eléctrico a estas familias y elevar los valores de los coeficientes de electrificación que redunden en una mejora en la calidad de vida de la población, al contar con un suministro continuo y seguro de energía eléctrica.

Factores que afectan los mercados de electricidad

Existen diversos factores que pueden afectar la infraestructura eléctrica, la operación del sistema y las tarifas de electricidad. De manera general, estos factores se pueden



agrupar en tres tipos: climáticos y geológicos, económicos y sociales. A continuación se explica cómo afecta cada factor los mercados eléctricos locales.

a) Factores climáticos y geológicos

Las centrales de generación eléctrica necesitan de insumos para su funcionamiento, siendo algunos de ellos obtenidos de forma natural en el medio ambiente como los recursos hídricos, la energía del sol o del viento; mientras que otros insumos se pueden obtener a través de transacciones en el mercado, como los combustibles fósiles.

Los factores climáticos y geológicos afectan la disponibilidad de estos insumos para la generación eléctrica, así como a la infraestructura de la industria eléctrica. Entre estos factores, se pueden mencionar fenómenos climáticos, como huracanes y tifones; y factores geológicos, como la ocurrencia de movimientos sísmicos de gran magnitud que pueden ocasionar la destrucción de centrales de generación y la caída de torres de transmisión que pueden dejar sin suministro eléctrico incluso a grandes ciudades.

En el caso de eventos climáticos, por ejemplo, la industria eléctrica de Sudamérica es particularmente sensible a la ocurrencia del fenómeno de El Niño ^[7], el cual puede afectar el desarrollo normal del mercado en los niveles de generación, transmisión y distribución, debido a cambios en las precipitaciones, temperatura, patrones de viento, radiación solar, entre otros. En la

zona norte de Sudamérica, países como Colombia, Venezuela y el noroeste de Brasil son afectados por fuertes sequías debido al déficit de lluvias, viéndose reducida la capacidad de generación de electricidad a base de recursos hídricos ^[8]. Además de ello, el incremento de la temperatura genera el aumento de la demanda de energía eléctrica a nivel residencial, aumentando la probabilidad de ocurrencia de una falla en el sistema de transmisión.

Mientras que en Perú, Paraguay, Bolivia, Uruguay, Argentina y el sur de Brasil, el fenómeno de El Niño causa fuertes lluvias, que podría provocar la inundación de las casas de máquinas de las centrales, pérdidas de torres de transmisión, postes de alumbrado público y aumento de embalses, causando daños sobre la infraestructura eléctrica que podrían verse inhabilitados de manera total o parcial ^[9].

Por el lado de los eventos geológicos, en el caso del Perú, los deslizamientos de tierra pueden ocasionar daños en el ducto de transporte de gas que suministra este insumo a varias centrales de generación y afectar la continuidad del servicio eléctrico. A nivel internacional los eventos geológicos más relevantes han estado asociados a la ocurrencia de movimientos sísmicos de gran intensidad como, por ejemplo, el terremoto de 9 grados en la escala de Richter ocurrido en el 2011 en Japón que ocasionó daños en varias centrales nucleares del país, en especial las plantas de Fukushima.

Debido a la magnitud de los eventos climáticos y geológicos, sus efectos inciden de manera transversal sobre el mercado eléctrico, sobre todo en aquellos mercados donde una de las materias primas afectadas es la principal fuente de generación de electricidad.

b) Factores económicos

Entre los factores económicos que afectan el mercado eléctrico se encuentran aquellos relacionados a variables que tienen impacto sobre el financiamiento de los proyectos y sobre las tarifas de electricidad. En el primer grupo de variables se encuentran las tasas de interés nacionales e internacionales, el tipo de cambio, el riesgo país, entre otras variables macroeconómicas, que tienen implicancias en el costo del financiamiento de los proyectos del sector eléctrico. Mientras que dentro del segundo grupo de variables se encuentran los precios de los insumos utilizados por las centrales de generación como por ejemplo el diésel, gas natural, carbón, etc.

Es conveniente precisar que el efecto de variaciones en los precios en los insumos señalados dependerá en gran medida de la configuración del parque de generación eléctrico. De esta manera, países que basan su producción en centrales térmicas que utilizan derivados del petróleo y que a su vez no cuentan con reservas propias de estos productos, se verán más afectados por cambios en los precios internacionales de estos insumos. Mientras que países cuya generación eléctrica es realizada en una mayor proporción por centrales hidroeléctricas no se verían tan afectados.

c) Factores sociales

Dentro de los factores sociales se encuentra la realización de protestas por parte de la población debido a la construcción de centrales de generación por posibles afectaciones al medio ambiente. Por ejemplo, en el caso de las centrales hidroeléctricas los pobladores que residen en el área de influencia del proyecto podrían no encontrarse de acuerdo con su desarrollo debido a que perciben que su construcción afectará sus actividades económicas. También se encuentran dentro de estos factores el rechazo a un tipo particular de tecnología, como por ejemplo, la generación en base a energía nuclear que en algunos países como Alemania ha llevado a establecer compromisos sobre el cierre de sus centrales nucleares debido al alto riesgo que representa sobre la salud humana y que se ha acrecentado a partir del desastre de Fukushima en Japón.

Finalmente, dentro de este tipo de factores se encuentra la ocurrencia de atentados contra la infraestructura eléctrica, como por ejemplo, la voladura de torres de transmisión, que ocasiona restricciones en el suministro eléctrico.

Con el fin de minimizar los riesgos asociados a la ocurrencia de cada uno de los factores señalados previamente se pueden implementar diversas medidas, entre las cuales se encuentran la diversificación de la matriz energética, es decir, emplear diferentes insumos para la generación de energía eléctrica. Otra medida para minimizar los riesgos es alcanzar una mayor

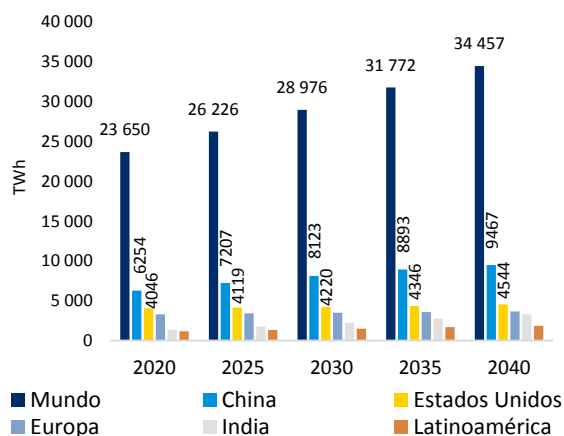


integración de los mercados eléctricos a través de interconexiones regionales que permitan el intercambio de electricidad entre países. Algunos ejemplos de mercados regionales son el Nord Pool y el British Electricity Trading Transmission Arrangements (BETTA).

Proyecciones del mercado de la electricidad

De acuerdo con el World Energy Outlook 2015 elaborado por la IEA se espera que al 2040 la demanda mundial de electricidad se incremente en más de 70% con respecto al 2013, en especial en los países en desarrollo, hasta alcanzar los 34 457 TWh. En este sentido, la demanda de China se incrementará en más de 50% y será de 9467 TWh en el 2040, mientras que también experimentará un aumento significativo de consumo de energía eléctrica y al 2040 consumirá 3627 TWh. En el caso de Latinoamérica, la demanda se incrementará 89% con respecto al nivel reportado en el 2013 y alcanzará el monto de 1852 TWh.

Gráfico N° 10: Previsión de la demanda de electricidad

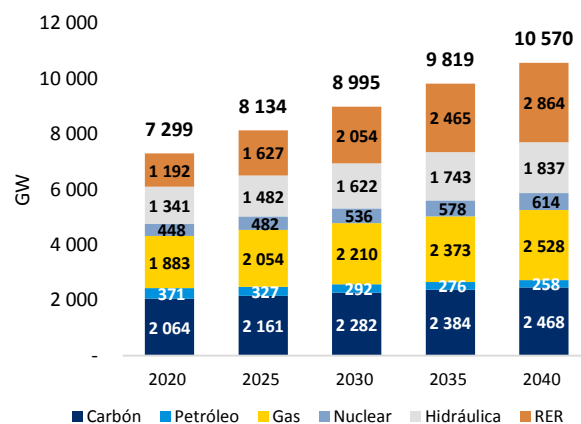


Fuente: IEA. Elaboración: OEE-Osinergrmin.

Asimismo, se pronostica que la capacidad instalada de generación será de 10 570 GW en el 2040, y a fin de poder atender la creciente demanda de los países en desarrollo en países como China e India se prevé que la capacidad se duplique y se quintuplique, respectivamente.

Por tipo de fuente de energética, la capacidad instalada en base energías renovables convencionales y no convencionales, así como el gas natural, serán las tecnologías que experimenten el mayor crecimiento al 2040; mientras que las centrales en base a carbón continuarán siendo importantes en la generación de energía eléctrica.

Gráfico N° 11: Capacidad de generación eléctrica por fuente



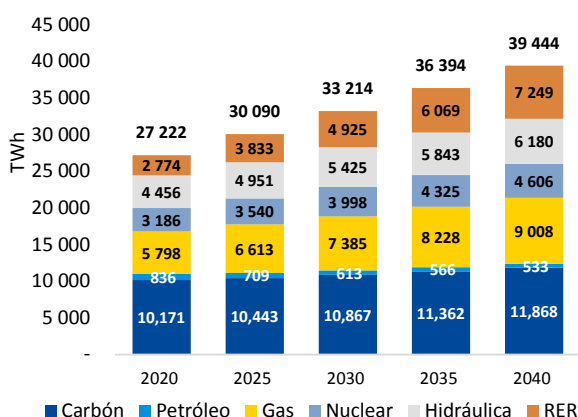
Fuente: IEA. Elaboración: OEE-Osinergrmin.

Por el lado de la producción, la IEA prevé que se alcance los 39 444 TWh en el 2040, lo que representaría que la producción casi se duplicaría en los siguientes 25 años. Según tipo de insumo empleado las energías



renovables convencionales y no convencionales también tendrán un crecimiento importante, así como la energía producida en base a gas natural y energía nuclear, mientras que se espera que el empleo del petróleo y sus derivados se reduzca al 2040.

Gráfico N° 12: Producción de electricidad, por tipo de fuente



Fuente: IEA. Elaboración: OEE-Osinergrmin.

Comentarios finales

En el 2015, la capacidad instalada mundial fue 6208 GW, la producción eléctrica 23 950 TWh y la demanda 22 662 TWh. Respecto al Perú, su capacidad instalada fue de 12 GW, su producción 48 TWh y su demanda 42 TWh. Estas cifras muestran que el tamaño del mercado eléctrico peruano es muy reducido en comparación con las cifras que se obtienen en el mercado mundial.

Del total de la producción eléctrica mundial, aproximadamente el 70% provino de las centrales térmicas que emplean diferentes

tipos de combustibles, el 16% de centrales hidroeléctricas, el 11% de centrales nucleares y el 3% de centrales eólicas y solares. Si bien las energías renovables no convencionales tienen aún poca participación, desde el año 2000 se han instalado centrales eólicas y solares hasta alcanzar una participación del 8% de la capacidad instalada mundial en el 2015. Por ello aún existe un amplio margen en el cual pueden ingresar las centrales basadas en fuentes de energía renovable.

A diferencia de la matriz energética del mundo, en Sudamérica aproximadamente el 60% de la electricidad es producida en centrales hidráulicas, mientras que los combustibles fósiles solo representan el 37%. En ese sentido, Sudamérica es la región con el parque de generación más limpio del mundo. Este hecho se debe a que en la región se encuentran 3 de las 5 centrales hidroeléctricas más grandes del mundo: la central de Itaipú construida en la frontera de Brasil y Paraguay sobre el río Paraná con una capacidad de 14 000 MW, la central Simón Bolívar instalada en la Presa de Guri en Venezuela que cuenta con una capacidad de 10 235 MW, y la Presa de Tucuruí en Brasil que posee una capacidad de 8 370 MW.

Desde 1990 la producción de energía eléctrica en América del Sur ha tenido un crecimiento continuo por lo que en el periodo 1990-2013 ha crecido 2.5 veces. Los países con una mayor tasa de crecimiento promedio fueron Chile (6.2%), Bolivia (6%), Ecuador (5.8%) y Perú (5.1), mientras que la mayor participación en la producción



eléctrica las siguen manteniendo Brasil, Argentina y Venezuela con el 50.7%, 12.5% y 10.9%, respectivamente.

Existen factores climáticos, geológicos, económicos y sociales que pueden afectar la infraestructura eléctrica, la operación del sistema y las tarifas de electricidad. Por ejemplo, cuando sucede el fenómeno de El Niño, en Colombia, Venezuela y el noroeste de Brasil hay sequías que afectan la capacidad de generación de electricidad, mientras que en Perú, Paraguay, Bolivia, Argentina y el Sur de Brasil se producen fuertes lluvias que pueden causar inundaciones causando daños sobre la infraestructura eléctrica. Por ello es importante desarrollar acciones que

permitan reducir los potenciales efectos negativos que la ocurrencia de alguno de estos eventos podría ocasionar sobre el funcionamiento del mercado eléctrico.

Finalmente, con respecto a perspectivas de la evolución del mercado eléctrico mundial se tiene que de acuerdo a las proyecciones de la Agencia Internacional de la Energía (IEA), se espera que al 2040 la demanda mundial de electricidad de incremento en más de 70% con respecto al 2013, mientras que la capacidad instalada será de 410 570 GW. Asimismo, la IEA señala que la capacidad instalada en base a energía renovable tendrá el mayor crecimiento durante los próximos años.

Notas

[1] Tamayo, J., Salvador, J., Vásquez, A. y Vilches, C. (2016) (editores). *La Industria de la Electricidad en el Perú: 25 años de aporte al crecimiento económico del país*. Lima: Osinergrmin. En elaboración.

[2] Los datos presentados en esta sección son estimaciones de la Oficina de Estudios Económicos (OEE) de Osinergrmin que se basan en información reportada por *Department of Economic and Social Affairs* de la Organización de las Naciones Unidas que compila información de todos los ministerios de energía del mundo.

[3] En China se encuentra instalada la Presa de la tres Gargantas que a la fecha es la central hidroeléctrica de mayor capacidad en el mundo con una potencia instalada de 22 500 MW. China también cuenta con otra central hidroeléctrica de gran tamaño: la central de Xiluodu, que tiene una capacidad de 13 860 MW. Asimismo, China también posee el mayor parque eólico a nivel mundial (Gansu de 6000 MW de potencia instalada) y la mayor planta solar (Longyangxia Dam Solar Park con 850 MW de potencia).

[4] Japón cuenta con la central nuclear más grande del mundo: la central nuclear de Kashiwasaki-Kariwa que cuenta con una capacidad de 7965 MW de potencia.

[5] Brasil cuenta con 2 de las 5 centrales hidroeléctricas de mayor capacidad en el mundo: la Central Hidroeléctrica de Itaipú que posee una potencia de 14 000 MW y durante varios años fue considerada la central de mayor potencia a nivel mundial. La otra central de gran capacidad que se encuentra instalada en Brasil es la Presa de Tucuruí con 8370 MW de potencia.

[6] Se denomina como combustibles fósiles al petróleo y sus derivados, el gas natural y el carbón.

[7] Evento con un lapso de ocurrencia cada 2 a 7 años, relacionado a la temperatura en aguas superficiales del Océano Pacífico tropical. La fase cálida se conoce como El Niño, y su fase fría como La Niña.

[8] A fines del 2015 el fenómeno de El Niño ocasionó sequías en Venezuela y Colombia, que a su vez provocaron una reducción en la producción de electricidad de las centrales hidroeléctricas y amenazaron con provocar racionamiento en el suministro eléctrico.

[9] Un ejemplo de los efectos negativos que podrían tener eventos climáticos sobre la infraestructura eléctrica ocurrió en 1998, cuando las fuertes lluvias ocasionaron un aluvión que sepultó parte de la Central Hidroeléctrica de Macchu Picchu y la dejó inoperativa por varios años.



Abreviaturas utilizadas

BETTA	British Electricity Trading Transmission Arrangements
EE.UU.	Estados Unidos de América
OEE	Oficina de Estudios Económicos
GW	Gigawatts
GWh	Gigawatts hora
IEA	Agencia Internacional de la Energía
KWh	Kilowatts hora
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PBI	Producto Bruto Interno
TWh	Terawatts hora

