

## Causas y consecuencias del problema energético en Chile: Una visión desde la macroeconomía\*

VITTORIO CORBO Y AGUSTÍN HURTADO

- Durante la última década, Chile ha soportado altos y crecientes costos eléctricos debido principalmente a la dinámica de los precios del carbón y el diésel, al estancamiento de nuevos proyectos de generación eléctrica y a la volatilidad climática.
- Los mayores precios de la electricidad han afectado a industrias intensivas en este insumo y a la economía en su conjunto, a través de diferentes mecanismos.
- En primer lugar, las exportaciones y las industrias que compiten con importaciones se hacen menos competitivas, y se producen fugas de inversión hacia economías donde el precio de la electricidad es menor. Esto merma la actividad y la capacidad de producción futura, lo cual reduce el ingreso disponible de los hogares, los ingresos fiscales y el empleo.
- En segundo orden de importancia, el consumo se ve afectado pues los hogares, al enfrentar un mayor precio de la electricidad, cuentan con un menor ingreso real disponible y tienden a reducir la compra de bienes intensivos en electricidad, así como también de otros bienes. Ante los cambios en patrones de consumo, las firmas reasignan su producción, causando flujos y desempleo de recursos, amplificando así el efecto del aumento en el costo de la electricidad.
- En tercer lugar, los recursos desplazados se emplean en sectores menos productivos, disminuyendo así la eficiencia agregada. Asimismo, mayores costos eléctricos afectan la intensidad de uso del capital, volviendo obsoleto al capital menos eficiente en electricidad.
- Finalmente, el aumento en los costos marginales de producción y la incertidumbre sobre la evolución futura de los precios de la electricidad asociados al retraso de proyectos eléctricos frena inversiones en firmas intensivas en energía eléctrica, afectando particularmente a la minería.
- Los efectos finales de mayores precios de la electricidad dependen de características estructurales de la economía. Mientras menor sea el grado de sustitución entre energía eléctrica y otros insumos, mayor es el efecto en la producción. Por su parte, si los mayores precios de la electricidad se traspasan rápidamente a la inflación y a la inflación esperada, y la autoridad monetaria responde subiendo la tasa de política, el resultado puede ser más contractivo aún.
- Evidencia preliminar muestra que el retraso de inversiones en proyectos eléctricos podría implicar una disminución acumulada de 18% de la inversión, de 9% en el consumo, de 8% en el empleo y de 6% en el producto interno bruto en relación a una expansión óptima en la inversión en generación para el periodo 2012-2019.
- Evidencia a nivel de plantas industriales indica que aumentos de 10% en el precio de la energía eléctrica merman la inversión en 2%, el nivel de empleo en 0,14% y la productividad laboral en 1% y 2% en el corto y largo plazo, respectivamente.
- El “problema energético” documentado en este artículo, concepto que alude al sustantivo impacto en la economía chilena de los altos y crecientes costos de la energía eléctrica, requiere el desarrollo de opciones de política que en el corto plazo mitiguen y en el largo plazo resuelvan este problema, para evitar que siga siendo un obstáculo al crecimiento.

**Vittorio Corbo.** Investigador Asociado Senior, Centro de Estudios Públicos.

**Agustín Hurtado.** Economista, Universidad de Chile. Investigador Asistente, Centro de Estudios Públicos.

\* Agradecemos los comentarios de Ernesto Ayala, Harald Beyer, Edmundo Claro, Ricardo González, Andrés Hernando, Lucas Sierra, Pablo Serra, Joaquín Trujillo y José Yañez. Asimismo, agradecemos la ayuda de Isabel Aninat con aspectos legales, de José Luis Nolazco con datos de Perú, de Carmen Luz Salvetrini con datos de Chile, de Enrique Silva con datos de Codelco y de Joaquín Villarino con proyecciones del Consejo Minero.

*“Energy is a necessary input to improving quality of life and economic growth. Access to reliable and affordable energy sources can reduce poverty, improve public health, and improve living standards in myriad ways”.*

Columbia University’s Center on Global Energy Policy

*“Energy is a critical part of boosting prosperity and eradicating poverty”.*

Jim Yong Kim, President of the World Bank

## 1. Introducción

El sostenido crecimiento que ha experimentado la economía chilena desde la década de 1990 ha incrementado la demanda por energía eléctrica, en línea con la experiencia internacional. Como muestra la literatura especializada, además de existir una relación positiva entre consumo de electricidad y crecimiento económico<sup>1</sup>, a medida que el PIB per cápita de los países aumenta se observa una expansión en la capacidad de generación de energía eléctrica (Hope y Marimoto 2004). De hecho, para Chile la correlación simple entre producción de electricidad y PIB per cápita en el periodo 1990-2010, fue cercana a uno (véase gráfico 1).

Sin embargo, a pesar de la tendencia creciente en generación eléctrica observada desde la década de los 70, a partir de 1990 la producción per cápita ha crecido a tasas cada vez menores (véase gráfico 2)<sup>2</sup>. Dado que la evidencia internacional muestra que esto afecta negativamente la productividad de las firmas y sus inversiones en nueva capacidad productiva, esta situación sería particularmente preocupante<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Véase, por ejemplo, Quiroz y Tokman (2013) y Muller (2012, 77-80).

<sup>2</sup> Si bien la producción de electricidad ha crecido en promedio un 7% anual en el periodo 1991-2010, como se observa en el gráfico 2, esta cifra esconde bastante volatilidad y una tendencia a la baja. No obstante, es importante tener en cuenta que parte de esta tendencia puede deberse al menor crecimiento del periodo post-1998.

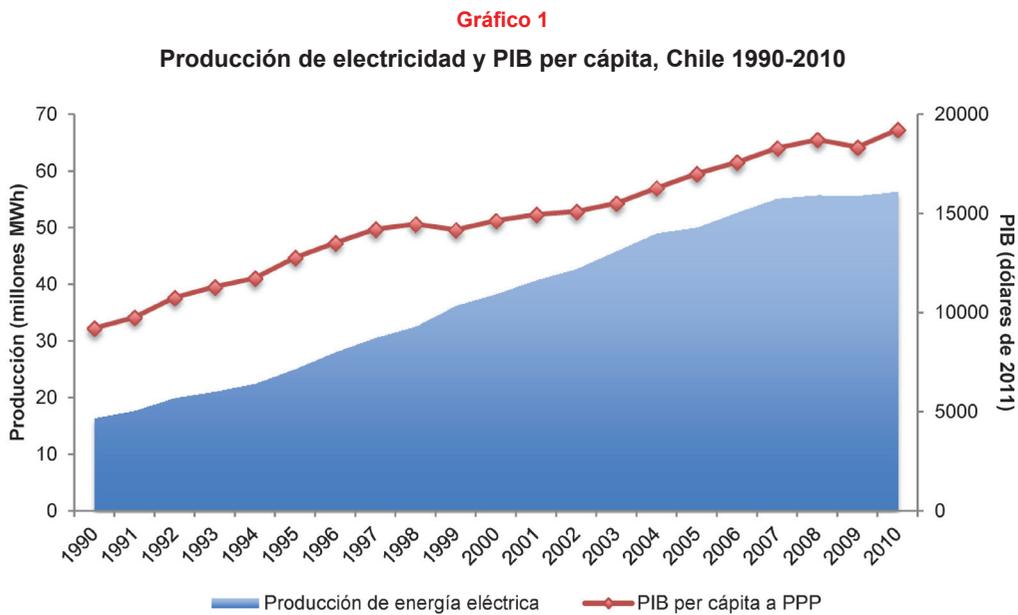
<sup>3</sup> La evidencia disponible muestra que problemas de infraestructura, como por ejemplo una oferta de electricidad insuficiente, hacen menos productivas a las firmas y a su inversión en nueva capacidad, debido a que deben realizar

Paralelamente, desde principios de siglo, Chile ha enfrentado altos y crecientes costos energéticos, en particular altos costos de generación eléctrica, lo que ha producido serias consecuencias en la economía, tanto en términos de crecimiento, como en términos de inversión, consumo, empleo y productividad. Esta situación es la que a lo largo de este trabajo definiremos como el “problema energético” de Chile.

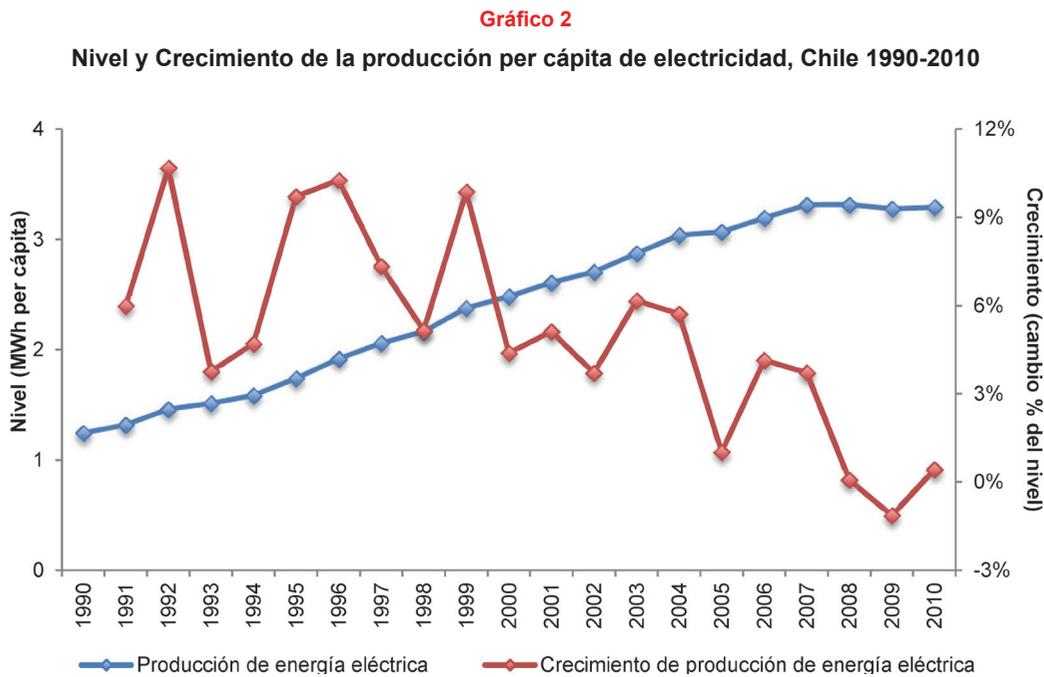
Los efectos de primer orden del aumento en el costo de generación eléctrica, y su *pass-through* hacia tarifas industriales y residenciales, son una disminución del ingreso real disponible de los hogares y un aumento de los costos de las firmas. La disminución del poder adquisitivo real de los hogares contrae la demanda por bienes y puede generar un ambiente económico recesivo. Asimismo, los mayores precios de la electricidad distorsionan las decisiones de las empresas y las personas, y por este canal, y otros que se discutirán en este artículo, pueden afectar variables claves de la economía.

A fin de que Chile pueda crecer en forma sostenida es necesario tener una visión estratégica del desarrollo económico y social. Generalmente, esta es la visión que tienen los países desarrollados, quienes concentran sus capacidades político-técnicas en identificar restricciones al crecimiento. Por ejemplo, Alemania también ha enfrentado altos costos eléctricos durante la última década, pero, a diferencia de Chile, suele comparar su problema

inversiones adicionales en capital complementario. Véase Reinikka *et al.* (1999), Calderón y Servén (2003), Dollar *et al.* (2005), Eifert (2007) y Limi (2008).



Fuente: Elaboración propia en base a World Development Indicators, Banco Mundial.



Fuente: Elaboración propia en base a World Development Indicators, Banco Mundial.

energético con el problema de rigidez laboral que enfrentó y resolvió durante la década pasada. Al estudiar su problema energético, los alemanes consideran tanto el efecto en las empresas como en los hogares y en la situación fiscal de la hacienda pública, enfocándose principalmente en el efecto sobre las empresas, debido a su impacto sistémico en la economía (IHS Global 2013). Otro punto a rescatar del caso alemán es la importancia dada al costo de su energía eléctrica relativo a sus vecinos y competidores. Esto, ya que, al igual que Chile, su economía es muy abierta al comercio internacional y por lo tanto cualquier cambio en su posición competitiva relativa afecta su dinamismo<sup>4</sup>. Al comparar a Chile con AL-7, las economías más importantes de Latinoamérica en términos económicos<sup>5</sup>, observamos que pertenece al grupo de países con mayores costos de energía eléctrica a nivel industrial (véase gráfico 3)<sup>6</sup>. Así también, como señala un reciente informe del FMI, los costos de la energía eléctrica de todos los países competidores de Chile se encuentran muy por debajo del costo que este último enfrenta<sup>7</sup>.

No obstante, considerando la importancia del cobre en las exportaciones chilenas, sería más apropiado comparar sus tarifas eléctricas con los costos de países productores de cobre, ya que la electricidad juega un rol preponderante en los procesos producti-

vos de la minería del cobre<sup>8</sup>. Luego de Chile, los mayores productores de cobre del mundo en 2009 fueron Perú y EE.UU., respectivamente (véase gráfico 3). La información desplegada en el gráfico 4 muestra que la industria peruana actualmente enfrenta un costo de la energía eléctrica 41% menor al soportado por la industria chilena. Por su parte, la evolución en el tiempo de los costos eléctricos para las industrias de ambos países muestra que Chile exhibe costos más volátiles y una brecha significativa con respecto a Perú. Esta brecha de costos aumentó notablemente en 2007, y a partir de ese año se mantuvo alta, aunque desde 2010 se ha ido moderando en el margen (véase gráfico 5). Con todo, lo más preocupante en cuanto a los costos de la energía eléctrica de Chile relativos a sus competidores es que las proyecciones disponibles para 2020 muestran que las tarifas de electricidad destinada a proyectos mineros en Chile serán casi el doble que en Perú, y más de 60% mayores que en EE.UU. (véase gráfico 6). Este mayor costo de la electricidad proyectado no sólo afectará los costos de producción en forma directa, sino que también lo hará en forma indirecta pues frente a la escasez de agua dulce, la minería chilena se ha visto obligada a desalinizar el agua de mar, proceso que es muy intensivo en electricidad.

La relevancia del problema energético radica en que las decisiones de inversión en generación eléctrica afectarán a la economía chilena en las próximas dos décadas, y la concreción y maduración de este tipo de proyectos toma mucho tiempo. Esto último debido a que toma tiempo desarrollar los proyectos, se enfrentan riesgos de mercado significativos, se requieren altos niveles de inversión y los periodos de recuperación del capital son generalmente largos.

<sup>4</sup> Según los datos de *World Development Indicators* del Banco Mundial, actualmente Alemania es más abierta al comercio internacional que Chile. No obstante, para el periodo 1970-2013 ambos países exhiben, en promedio, el mismo nivel de apertura comercial (exportaciones más importaciones como proporción del PIB). Asimismo, durante 2010-2013, ambos países se encuentran en la vecindad de la moda mundial de esta variable.

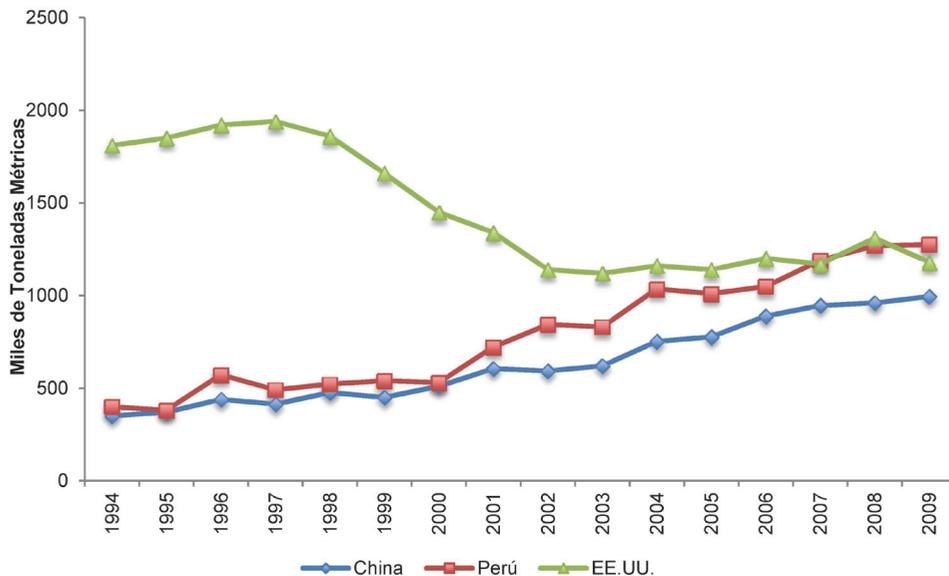
<sup>5</sup> AL-7: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Perú y Venezuela. En 2012 estas economías representaron más del 90% de la economía de la región, y 8% del PIB mundial (De Gregorio, 2014).

<sup>6</sup> Esto pues los costos de energía eléctrica que enfrenta la industria chilena se encuentran sobre la mediana del grupo.

<sup>7</sup> Véase IMF (2014).

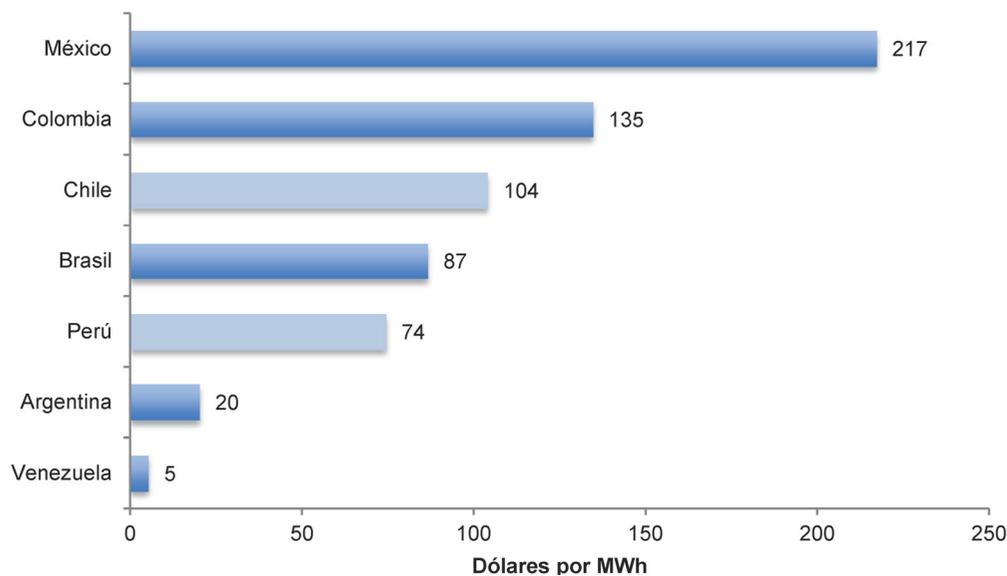
<sup>8</sup> Por ejemplo, en 2013 la participación de la electricidad dentro de los costos de insumos de operación de Codelco, el principal productor de cobre a nivel nacional, fue un 40%, mientras combustibles y otras fuentes fueron 22% y 38%, respectivamente.

**Gráfico 3**  
**Producción de cobre de grandes productores mundiales (ex. Chile), 1994-2009**



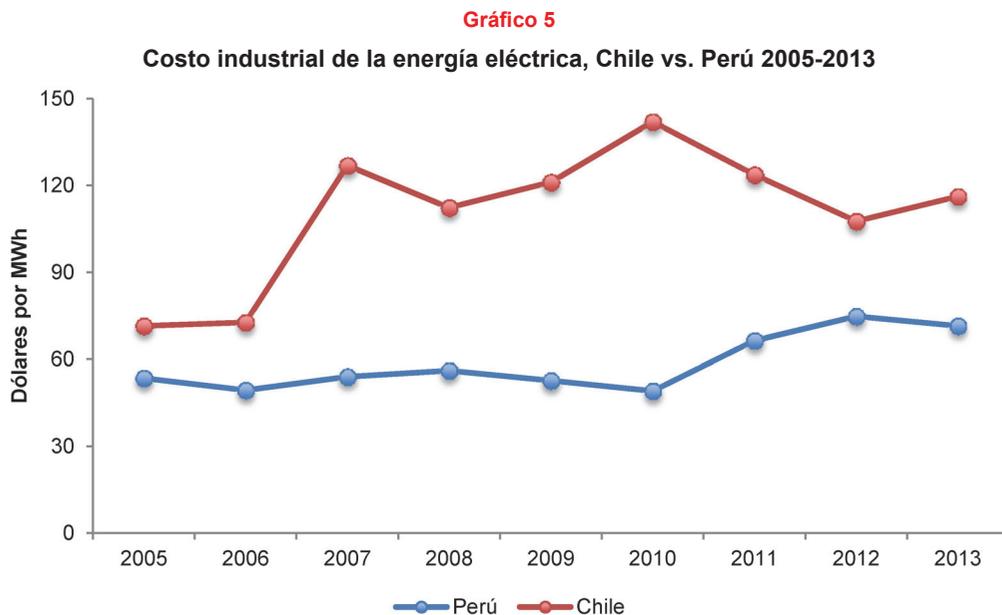
Fuente: Elaboración propia en base a *Mineral Commodity Summaries*, US Geological Survey.

**Gráfico 4**  
**Costo industrial de la energía eléctrica AL-7, promedio enero-marzo 2014**

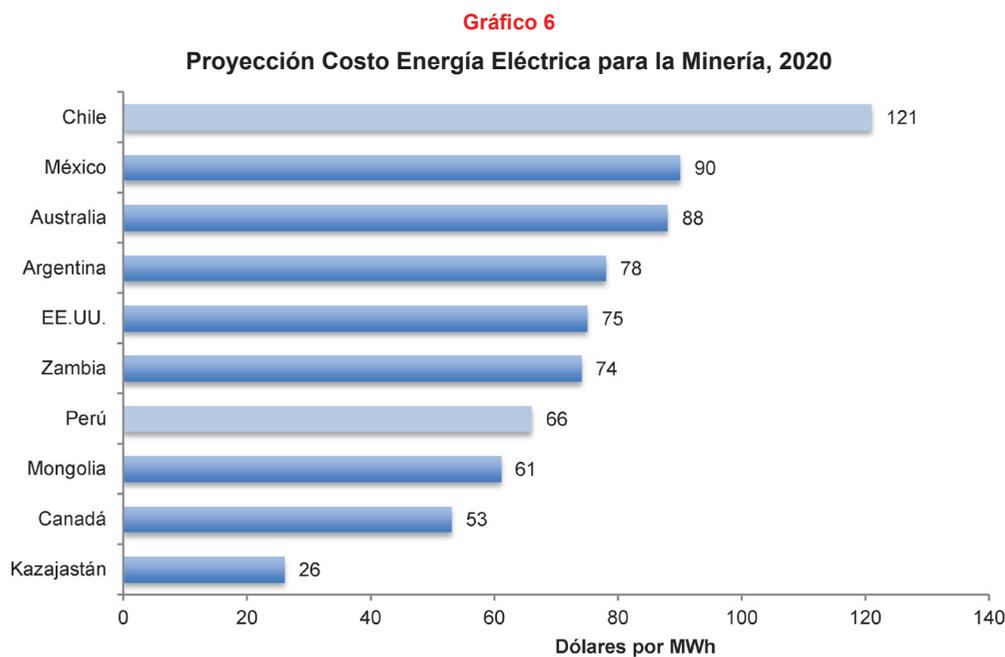


Nota: Para estos cálculos, el Organismo Supervisor de Inversión en Energía y Minería de Perú considera un consumo mensual de la industria mayor o igual a 500 mil kWh.

Fuente: Elaboración propia en base a Organismo Supervisor de Inversión en Energía y Minería de Perú.



*Fuente:* Elaboración propia en base a Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería de Perú.



*Notas:* La muestra de países exhibida corresponde a países de importancia sistémica en la oferta mundial de cobre. Los autores del informe proyectaron el promedio de costo eléctrico sólo para proyectos con información pública. Se excluye Congo debido a que se asigna una alta probabilidad de que reduzca su costo de electricidad.

*Fuente:* Elaborado por McKinsey & Co. para el Consejo Minero en base a International Energy Agency, McKinsey Analysis y Wood McKinsey.

El objetivo de este artículo es contribuir a la discusión en torno al problema energético de Chile, haciendo una clara distinción entre sus causas y consecuencias. En nuestro análisis consideramos los efectos en las empresas, los hogares y el Estado, pero nos enfocamos fundamentalmente en el efecto de los altos costos eléctricos en el aparato productivo del país y su traspaso hacia los hogares y la situación fiscal de la hacienda pública. Nos concentramos en las empresas pues en Chile la electricidad es consumida principalmente por actividades industriales y mineras. De hecho, la minería y la industria consumen el 64% de la electricidad, mientras que el sector público, el comercio y los usuarios residenciales consumen el 36% restante<sup>9</sup>.

Este artículo está organizado como sigue. La sección 2 aborda las causas del problema energético de Chile. La sección 3 discute las principales consecuencias y mecanismos de transmisión hacia variables económicas de los altos costos de la energía eléctrica. Finalmente, la sección 4 se presenta algunas conclusiones.

## 2. Causas del problema energético

Desde un punto de vista histórico, la primera causa de los altos costos de la electricidad en Chile se relaciona con las restricciones a la oferta de gas importado en la década de los 2000. En 1995, Argentina comenzó a exportar gas natural a Chile, lo que incentivó su uso en la producción de electricidad y resultó en una caída de más de 50% en el precio de la energía eléctrica<sup>10</sup>. La irrupción del gas argentino en el sistema energético chileno produjo un boom de inversiones en centrales de ciclo combinado a

<sup>9</sup> Balance Energético 2012, Ministerio de Energía, Gobierno de Chile.

<sup>10</sup> Desde US\$ 64 a US\$ 30 por MWh. Véase Fuentes *et al.* (2013) para más detalles.

gas (luego reconvertidas a diésel), pues estas representaban la opción de desarrollo más eficiente bajo el supuesto de que el flujo de gas desde Argentina hacia Chile no se vería interrumpido<sup>11</sup>. Sin embargo, debido a factores internos, desde 2004 Argentina comenzó a efectuar cortes graduales en el suministro hasta imponer un corte total en 2008, lo que detuvo los proyectos de inversión en curso y a la vez obligó a buscar otras alternativas para generar electricidad. Consiguientemente, el gas natural fue sustituido por diésel, debido a que en el corto plazo era la decisión de mayor costo-efectividad considerando la disponibilidad de centrales de ciclo combinado. La reacción de la industria ante el corte del gas argentino implicó pasar de una participación del diésel en la matriz eléctrica del Sistema Interconectado Central de 2% en 2007 a 34% a inicios de 2008<sup>12</sup>, con el consiguiente impacto en precios y dependencia de este *commodity*. Como resultado, el costo marginal de la energía eléctrica<sup>13</sup> aumentó más de 400% entre enero 2007 y marzo 2008 (véase gráfico 7)<sup>14</sup>.

Una segunda causa de vital importancia para el problema energético está asociada a la dinámica de precios del carbón y el diésel, insumos que sustituyeron al gas argentino en la generación eléctrica<sup>15</sup>.

<sup>11</sup> Adicionalmente, durante el boom no se desarrollaron grandes proyectos hidroeléctricos.

<sup>12</sup> Véase Fuentes *et al.* (2013).

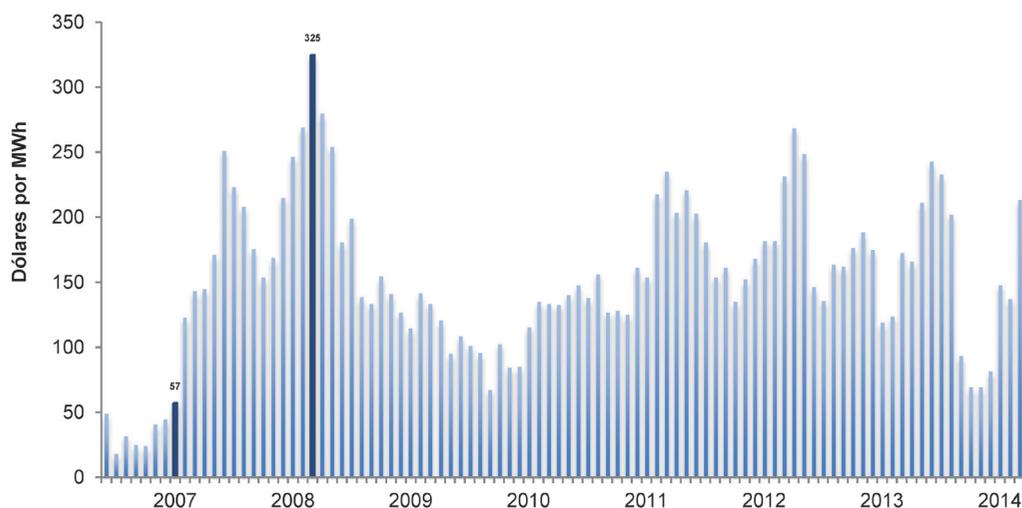
<sup>13</sup> Esta información corresponde al costo marginal promedio mensual para la barra Quillota 220 del Sistema Interconectado Central (SIC). El SIC abastece a más del 90% de la población de Chile (IMF 2014).

<sup>14</sup> Según datos del CDEC-SIC, al considerar 2006 como año base, el aumento del costo marginal de la energía eléctrica fue superior a 1600%.

<sup>15</sup> Según datos del Ministerio de Energía, en 2009 la energía eléctrica se generó principalmente en base a hidro (42,8%) carbón (27,6%), diésel (18,2%) y gas natural (9,1%). Asimismo, según la Comisión Nacional de Energía, en 2013 la electricidad se generó en base a carbón (46,4%), hidro (28,7%), gas natural (16,5%) y diésel (4,1%). Hacia 2024 se proyecta que la matriz de generación eléctrica estará compuesta por carbón (39%), hidro (34%), gas natural (15%) y diésel (1%).

Gráfico 7

## Costo marginal del Sistema Interconectado Central (SIC), 2007-2014



*Nota:* Las barras azules corresponden a los datos de enero 2007 y marzo 2008.

*Fuente:* Elaboración propia en base a Centro de Despacho Económico de Carga del SIC.

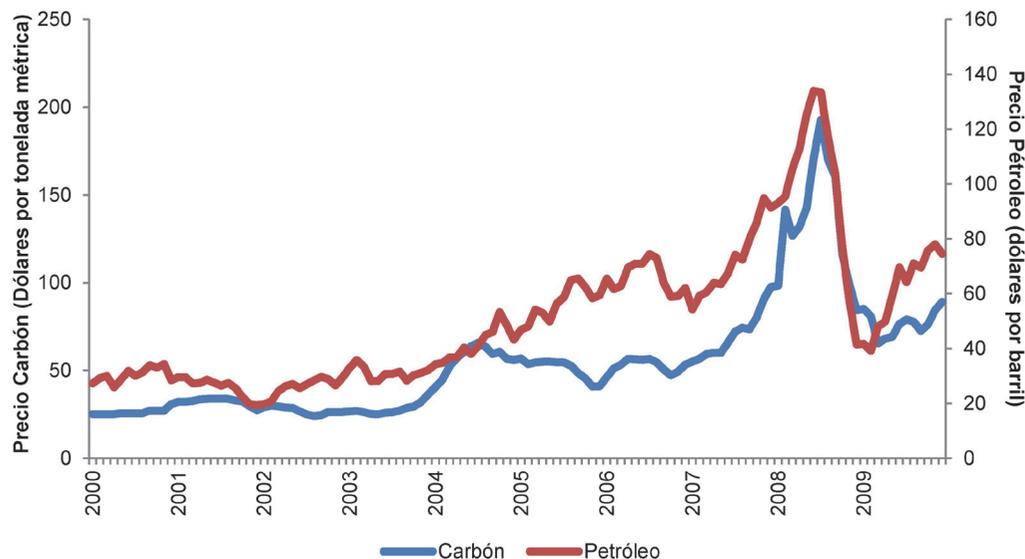
Chile es un tomador de precios en los mercados internacionales de carbón y petróleo debido a que es pequeño en relación a otros actores de dichos mercados. En el caso del diésel, el auge en la demanda por materias primas entre 2003 y 2008 produjo un aumento de su precio mundial en casi 500%. Por otro lado, el impulso de las economías de China e India produjo presiones en la generación eléctrica en base a carbón, lo que aumentó el precio de este insumo en aproximadamente 800% para el mismo periodo (véase gráfico 8). Asimismo, el efecto de la crisis financiera global en la política de subsidios europea a energías renovables no convencionales generó alzas adicionales en la demanda de carbón y diésel, con el consiguiente aumento de precios internacionales (Davies y Sugden 2010).

La tercera causa de los altos costos de la energía eléctrica se relaciona con el estancamiento del desarrollo de nuevos proyectos de generación, específicamente de proyectos de bajo costo marginal,

el cual aparentemente no tiene su origen en falencias regulatorias que desincentiven la inversión<sup>16</sup>. A pesar de que las condiciones de mercado y el marco regulatorio actual son muy atractivas para la entrada de nuevos actores, las dificultades y el costo de concretar proyectos ha aumentado ostensiblemente, debido principalmente a una creciente oposición ciudadana y a un aumento en la judicialización de los proyectos, que ha significado un alza en los plazos de autorización, entrabados por recursos administrativos y judiciales, y un potencial ambiente de incerteza jurídica en el proceso de calificación ambiental (Bernstein *et al.* 2013). De acuerdo a Del Solar (2013), existe un retraso en la aprobación de proyectos entre 24 y 40 meses, lo que implicaría que

<sup>16</sup> No obstante, podría ser el caso que falencias de regulación ambiental hayan retrasado la aprobación de nuevos proyectos de generación. Con todo, dada la reciente entrada en vigencia del nuevo reglamento del SEIA, es muy difícil determinar el real efecto de la regulación ambiental en la aprobación de proyectos.

**Gráfico 8**  
**Precios Internacionales del Carbón y el Petróleo, 2000-2009**



*Notas:* El precio del carbón corresponde al Australian thermal coal, 12000 BTU/pound FOB Newcastle/Port Kembla. El precio del petróleo corresponde al West Texas Intermediate 40 API, Midland Texas.

*Fuente:* Elaboración propia en base a *International Financial Statistics*, Fondo Monetario Internacional.

la demanda incremental no será satisfecha a 2016. El efecto de retrasos de inversiones en el sector eléctrico ha significado un mayor uso de turbinas diésel en el sistema, lo que ha aumentado los costos de la energía eléctrica dado el alto precio del diésel.

Finalmente, la volatilidad climática es uno de los determinantes más importantes en el costo de la electricidad. De hecho, la prevalencia de hidrología seca durante un considerable período, en particular en la zona central de Chile, ha contribuido a aumentar aún más el precio de la energía eléctrica<sup>17</sup>. Las sequías incrementan los costos de producción de la electricidad en la medida en que las centrales hidroeléctricas

no disponen de agua para la generación, entrando en operación centrales con mayores costos marginales.

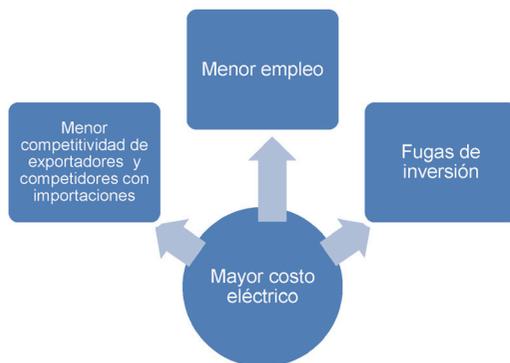
### 3. Consecuencias del alto precio de la energía eléctrica

En términos generales, un mayor costo de la electricidad produce pérdidas para industrias intensivas en este insumo y para la economía en su conjunto. El producto se ve afectado debido a que las industrias exportadoras y aquellas que compiten con importaciones intensivas en electricidad ven reducidos sus márgenes y se hacen menos competitivas. Como resultado, las exportaciones pierden dinamismo, el consumo doméstico se hace más intensivo en importaciones y se producen fugas de inversión hacia economías donde el costo de la energía eléctrica es menor, lo que a su vez restringe la capacidad productiva futura. Asimismo, la disminución de los márgenes

<sup>17</sup> Según datos de la Dirección Meteorológica de Chile, el periodo 2003-2012 ha sido la década más seca para la zona central de Chile (entre la región de Coquimbo y el Biobío) de los últimos 150 años. Además, por su extensión geográfica y duración, el déficit de precipitaciones entre 2007 y 2013 es considerado una *megasequía* por los especialistas.

de las firmas intensivas en electricidad puede generar una merma en el empleo debido a una menor contratación de trabajadores o a despidos (véase figura 1). Con todo, el efecto final depende de la flexibilidad del mercado del trabajo, pues posterior al efecto directo en empleo, éste se puede reasignar hacia sectores menos intensivos en electricidad.

**Figura 1**  
**Mecanismo directo de mayor costo eléctrico**



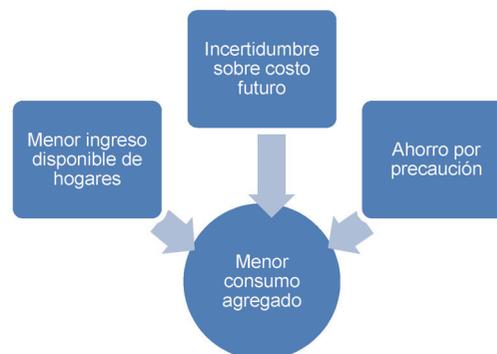
Los efectos directos en firmas intensivas en electricidad se transmiten hacia firmas menos intensivas en energía eléctrica a lo largo de la cadena de valor. La disminución de la actividad y capacidad reducen el ingreso disponible de los hogares y los ingresos fiscales, mermando así la absorción de la economía (véase figura 2).

**Figura 2**  
**Mecanismo indirecto de mayor costo eléctrico**



Por otro lado, algunos autores se enfocan en los canales de transmisión del costo de la energía exclusivamente vía consumo e inversión (Kilian 2008)<sup>18</sup>. En el caso del consumo, éste podría verse afectado por disminuciones en el ingreso real de los consumidores, en particular de los quintiles de menores ingresos, y por la incertidumbre sobre la dinámica futura del costo de la electricidad. Dada la mayor incertidumbre sobre la dinámica futura de los precios, los hogares pueden incrementar su ahorro por motivos precautorios, disminuyendo aún más el consumo. Como respuesta a los cambios en patrones de consumo, las empresas reasignan su producción hacia sectores menos intensivos en electricidad y dentro de un mismo sector hacia productos con mayor eficiencia energética, causando flujos y desempleo de recursos, y amplificando el efecto del aumento en el costo de la energía eléctrica en el corto plazo (véase figura 3).

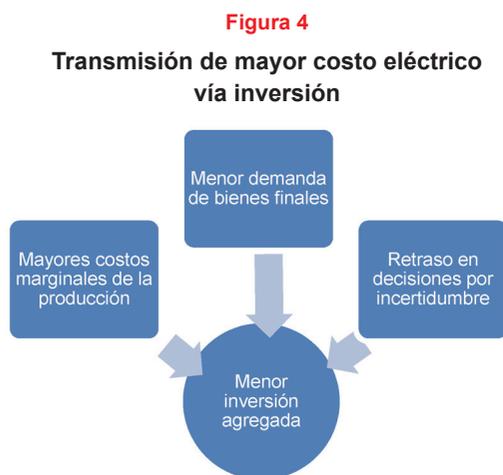
**Figura 3**  
**Transmisión de mayor costo eléctrico vía consumo**



En el caso de la inversión, el aumento en el costo de la electricidad genera un aumento en los costos marginales de producción de las firmas y una

<sup>18</sup> Si bien esta literatura se enfoca principalmente en los efectos económicos de aumentos en precios de los combustibles en EE.UU., es aplicable también al caso de los altos precios de la electricidad en Chile.

disminución en la demanda del producto final, lo que tiene un efecto negativo en la inversión de firmas que hacen un uso intensivo de energía eléctrica. Por otra parte, la incertidumbre sobre la evolución futura de los precios de la electricidad resulta en un retraso en las decisiones de inversión de las firmas que producen bienes y servicios intensivos en el uso de energía eléctrica (Bernanke 1983; Pindyck 1991)<sup>19</sup>. Cabe destacar que esto último puede ser especialmente importante en la minería chilena, ya que tanto sus procesos productivos tradicionales como la desalinización de agua de mar son intensivos en electricidad. Por último, la incertidumbre de precios de la energía eléctrica tiene implicancias en términos de oferta y demanda, pues las firmas pueden responder tanto a la incertidumbre en costos de producción, como a la incertidumbre sobre ventas y utilidades futuras (véase figura 4).



Los efectos económicos analizados anteriormente dependen de características estructurales de la economía, como el nivel de rigidez del mercado laboral y de los salarios de los trabajadores, la

<sup>19</sup> Para evidencia reciente sobre el efecto de shocks de incertidumbre en la inversión, la contratación y el crecimiento de la productividad véase Bloom (2009).

elasticidad de sustitución entre electricidad y otros insumos productivos, y también de la respuesta de la autoridad monetaria a shocks inflacionarios. En la literatura especializada, algunos resultados preliminares sugieren que si los salarios son relativamente rígidos el empleo sufre más ante un aumento en el precio de la energía, lo que amplifica su efecto en la economía (Blanchard y Galí 2010). Adicionalmente, mientras menor sea el grado de sustitución entre energía y otros insumos, mayor es el efecto en la producción, dando lugar a un canal de amplificación adicional. En particular, un bajo grado de sustitución entre capital y energía refuerza la caída en la demanda por capital que se produce como resultado de mayores costos energéticos (Finn 2000). Finalmente, si los mayores precios de la energía se traspasan rápidamente a la inflación y el Banco Central responde agresivamente al alza de esta variable, el resultado final puede ser más contractivo aún (Kormilitsina 2011).

De esta manera, un mayor costo de la electricidad aumenta los costos marginales reales de la producción de bienes intermedios y finales, pudiendo dar como resultado una disminución de las exportaciones y de la producción de bienes que compiten con importaciones, un menor crecimiento y una mayor inflación. La menor producción y rigideces salariales pueden producir reasignaciones y reducciones en el empleo, lo que tiene un fuerte impacto distributivo, pues afecta en mayor medida el consumo de hogares de más bajos ingresos, quienes tienen un acceso limitado al mercado de capitales. El efecto final es que el consumo agregado y la inversión disminuyen tanto por el mayor costo efectivo de la electricidad, como por la incertidumbre de su costo futuro.

Finalmente, mayores precios de la energía eléctrica afectan negativamente la productividad de la economía. Un mayor precio de la electricidad

disminuye el producto por trabajador y por unidad de capital, y genera obsolescencia del capital instalado, especialmente en sectores intensivos en el uso de energía eléctrica. Si bien el impacto de un mayor precio de la electricidad en el sector productivo está acotado por la participación de la energía eléctrica en la estructura de costos de las empresas, que generalmente es baja, existe un canal adicional que está asociado a distorsiones en las decisiones de inversión. Cuando una firma decide acumular capital físico, implícitamente elige una relación energía-eficiencia para el proceso productivo. Una vez que la firma decide cuánto invertir en capital físico, es muy costoso modificar la cantidad de electricidad empleada en el proceso productivo asociado a ese capital, por lo que la variable de ajuste es la intensidad de uso del capital instalado (Corbo y González 2014). Es así como mayores precios de la electricidad afectan la intensidad de uso de diferentes tipos de capital, haciendo obsoleto el capital menos eficiente en energía y reduciendo la productividad de los procesos productivos en el corto plazo.

Resultados empíricos preliminares confirman que el problema energético chileno ha afectado negativamente a la actividad económica, al consumo, a la inversión privada, al empleo, al sector exportador, a la industria que compite con importaciones y a la productividad. Según estos trabajos, el efecto en actividad impacta en mayor medida al comercio y a la construcción, y el efecto en exportaciones afecta mayormente a la industria minera (García 2012). Asimismo, como se observó durante la crisis del gas argentino, el efecto en la industria que compite con importaciones impactó en gran medida a la industria local de cerámicas<sup>20</sup>.

<sup>20</sup> De hecho, Cerámicas Cordillera cerró su planta de producción en 2008, trasladándola a Perú, donde el costo de la electricidad (hasta 6 veces menor en ese entonces) le permitió seguir funcionando. Esto produjo fugas de inversión en la economía chilena y un efecto importante en el empleo, pues la firma disminuyó su planta laboral en

Los efectos económicos estimados en la literatura especializada deben analizarse en forma conservadora y cautelosa, puesto que descansan en un conjunto de supuestos y metodologías sujetas a limitaciones. Según estos estudios, el costo económico de retrasos de inversiones en generación podría implicar una pérdida acumulada de aproximadamente 18% en la inversión privada, de 9% en el consumo agregado, de 8% en el nivel de empleo y de 6% en el producto interno bruto de la economía en relación a una expansión óptima en la inversión en generación eléctrica para el periodo 2012-2019. Esto equivale a tres años de crecimiento del empleo y a un año de crecimiento económico (Agurto *et al.* 2013). Usando las últimas proyecciones de PIB del Fondo Monetario Internacional, el retraso de inversiones en infraestructura eléctrica disminuiría en casi 28 mil millones de dólares el PIB de Chile (véase tabla 1 y gráfico 9).

En cuanto a la inversión y al empleo a nivel de plantas industriales, existen estimaciones que indican que aumentos de 10% en el precio de la electricidad pueden reducir el nivel de inversión en 2% y el nivel de empleo en 0,14% (Bertinatto *et al.* 2013)<sup>21</sup>.

Por su parte, la correlación simple entre el crecimiento de la productividad total de factores y el precio de la electricidad es -0,25. A pesar de que esto no es evidencia de una relación causal negativa, existen elementos adicionales que la apoyarían (Corbo y González 2014). Evidencia econométrica robusta sostiene que los mayores precios de la energía eléctrica han disminuido la tasa de crecimiento de la productividad laboral en la industria manufacturera chilena (Álvarez *et al.* 2008). Las estimaciones disponibles muestran que un aumento en 10% en el precio de la electricidad merma la productividad laboral en

aproximadamente 86% (Economía y Negocios Online, *El Mercurio*, 8 de abril de 2008).

<sup>21</sup> Estas estimaciones son válidas para el periodo 1979-2004.

Tabla 1

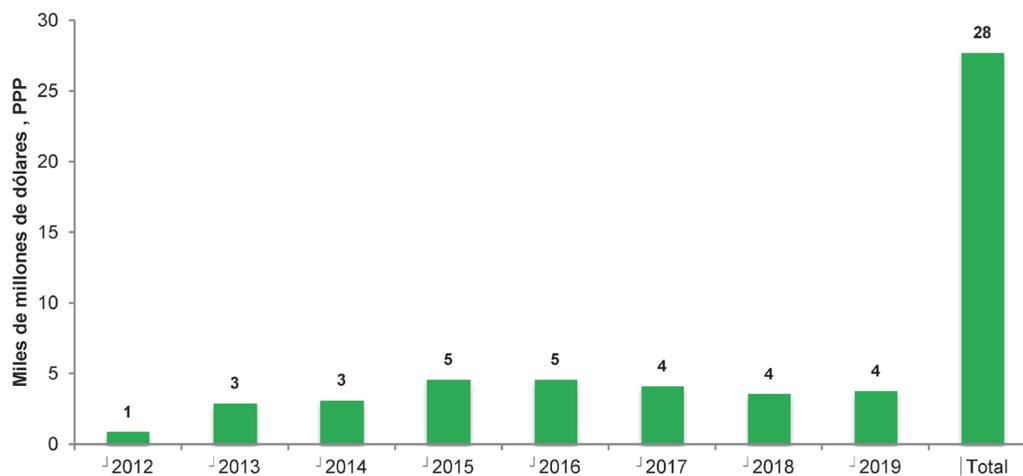
## Disminución del PIB por retraso en inversiones en generación eléctrica, Chile 2012-2019

Año	PIB (millones de dólares, PPP)	Efecto anual (%)	Efecto anual (millones de dólares)
2012	374.216	0,24	898
2013	395.617	0,74	2.928
2014(P)	410.277	0,77	3.159
2015(P)	431.802	1,07	4.620
2016(P)	457.534	1,01	4.621
2017(P)	486.780	0,85	4.138
2018(P)	518.199	0,69	3.576
2019(P)	551.376	0,69	3.804
2012-2019	-	6,06	27.744

Fuente: Elaboración propia en base a World Economic Outlook Database, Fondo Monetario Internacional (Oct. 2014) y Agurto *et al.* (2013). (P) denota la proyección realizada por el Fondo Monetario Internacional en Octubre de 2014.

Gráfico 9

## Disminución del PIB por retraso en inversiones en generación eléctrica, Chile 2012-2019



Fuente: Elaboración propia en base a World Economic Outlook Database, Fondo Monetario Internacional (Oct. 2014) y Agurto *et al.* (2013).

1% y 2% en el corto y largo plazo, respectivamente. Asimismo, se ha demostrado que el crecimiento de la productividad laboral de los sectores más intensivos en electricidad y de las plantas de mayor tamaño se ha visto más afectada. De hecho, para las plantas del último decil de la distribución de tamaño, aumentos en 10% del precio de la electricidad disminuyen la productividad laboral de corto y largo plazo en 1,7% y 4,6%, respectivamente. Considerando el notable aumento del precio de la energía eléctrica en Chile, los efectos en productividad del problema energético serían considerables de acuerdo con estas estimaciones.

En línea con lo anterior, existe evidencia parcial que postula que el *shock* de precio de electricidad podría ser un determinante importante de la desaceleración de la productividad a partir del año 2000 (Álvarez *et al.* 2008). Esta evidencia es apoyada por el hecho según el cual los sectores que han generado la mayor parte del valor agregado de la economía desde 1998 —industria, minería y transportes— han sufrido grandes mermas en su productividad. Esto sugiere que la desaceleración de la productividad se podría haber dado a través de estos sectores (Corbo y González 2014).

#### 4. Conclusiones

Chile enfrenta un conjunto de desafíos que deben ser resueltos para alcanzar el desarrollo. Es importante entender cada problema presente y diseñar políticas públicas que los mitiguen en el corto plazo y los resuelvan en el largo. En este artículo postulamos que uno de estos desafíos es el alto costo de la energía eléctrica que enfrenta Chile hace al menos una década, que es explicado principalmente por restricciones a la oferta de gas importado, altos precios del carbón y del diésel, estancamiento de inversiones en generación eléctrica de bajos costos marginales y patrones climatológicos adversos.

Las consecuencias del problema energético son muy sustantivas, pues el precio de la electricidad no sólo impacta a la economía doméstica, sino que también juega un papel central en la posición competitiva de países abiertos al comercio internacional, como es el caso de Chile. En este artículo analizamos y revisamos literatura sobre los efectos económicos de aumentos sostenidos en el costo de la electricidad en Chile y concluimos que sus efectos dinámicos son una grave restricción al crecimiento y al desarrollo del país. En primer lugar, afecta a los hogares, disminuyendo su ingreso neto de gasto en electricidad, dado que su demanda por electricidad no varía mayormente en el corto plazo ante cambios en los precios<sup>22</sup>. En segundo lugar, mayores precios de la electricidad impactan fuertemente la estructura de costos de las empresas, y a través de mecanismos directos e indirectos influyen en la producción, las exportaciones, la inversión, el empleo y el consumo agregado. Asimismo, tienen un doble impacto distributivo en los hogares de menores ingresos, pues, además de afectar en mayor proporción su ingreso neto de gastos en electricidad, el efecto en empleo los obliga a disminuir su consumo debido a que aquellos tienen un acceso imperfecto al mercado del crédito.

Estudios empíricos preliminares muestran que el costo que ha soportado la economía chilena debido a los elevados precios de la electricidad no son despreciables: en comparación con un escenario donde la inversión en generación eléctrica crece en forma óptima, el problema energético implica una pérdida acumulada de 18% en la inversión, de 9% en el consumo agregado, de 8% en el nivel de empleo y de 6% en el producto interno bruto de la

<sup>22</sup> Esto es, la demanda por electricidad es relativamente inelástica. Para evidencia empírica sobre la inelasticidad de la demanda por energía eléctrica en Chile véase Benavente *et al.* (2005), Chumacero *et al.* (2000), CNE (1986) y Fuentes *et al.* (2013).

economía para el periodo 2012-2019. Asimismo, evidencia algo más robusta indica que aumentos en 10% en el precio de la electricidad impactan negativamente la inversión, el empleo y el crecimiento de la productividad de largo plazo a nivel de plantas, en 2%, 0,14% y 2%, respectivamente. Dado que esta evidencia es preliminar, es importante contar con más investigaciones que cuantifiquen los efectos del alto costo de la electricidad en la economía chilena. De la misma forma, resulta relevante pensar y diseñar un conjunto de opciones de política para mitigar y resolver este problema, que se ha transformado en una importante restricción para la economía chilena.

## 5. Referencias

- Agurto, Renato, Fernando Fuentes, Carlos García & Esteban Skoknic. 2013. "Impacto macroeconómico del retraso en las inversiones de generación eléctrica en Chile". Serie Documentos de Investigación 288, Universidad Alberto Hurtado.
- Álvarez, Roberto, Álvaro García & Pablo García. 2008. "Shocks de energía y productividad en la industria manufacturera chilena". Serie Documentos de Trabajo 482, Banco Central de Chile.
- Benavente, José Miguel, Alexander Galetovic, Ricardo Sanhueza & Pablo Serra. 2005. "Estimando la demanda residencial por electricidad en Chile: el consumo es sensible al precio". *Latin American Journal of Economics* 42 (125).
- Bernanke, Ben. 1983. "Irreversibility, Uncertainty, and Cyclical Investment". *Quarterly Journal of Economics* 98(1).
- Bernstein, Sebastián, Gabriel Bitrán, Alejandro Jadresic & Marcelo Tokman. 2013. "Agenda para impulsar la generación eléctrica de base en el SIC". Primer Informe.
- Bertinatto, Lucas, Javier García-Cicco, Santiago Justel & Diego Saravia. 2013. "Efectos reales de cambios en el precio de la energía eléctrica". Mimeo, Banco Central de Chile.
- Blanchard, Olivier & Jordi Galí. 2010. "The Macroeconomic Effects of Oil Price Shocks: Why Are the 2000s so Different from the 1970s?" En *International Dimensions of Monetary Policy*, editado por Jordi Galí & Mark Gertler. University of Chicago Press.
- Bloom, Nicholas. 2009. "The Impact of Uncertainty Shocks". *Econometrica* 77(3).
- Calderón, César & Luis Servén. 2003. "The Output Cost of Latin America's Infrastructure Gap". En *The Limits of Stabilization: Infrastructure, Public Deficits, and Growth in Latin America*, editado por William Easterly & Luis Servén. Stanford University Press and The World Bank.
- Chumacero, Rómulo, Ricardo Paredes & José Miguel Sánchez. 2000. "Regulación para crisis de abastecimiento: lecciones del racionamiento eléctrico en Chile". *Latin American Journal of Economics* 37(111).
- Comisión Nacional de Energía, CNE. 1986 "Demanda de electricidad en Chile". Mimeo.
- Corbo, Vittorio & Ricardo González. 2014. "Productivity and Economic Growth in Chile". En *Growth Opportunities for Chile*, editado por Vittorio Corbo. Santiago: Centro de Estudios Públicos y Editorial Universitaria.
- Davies, Matt & Craig Sugden. 2010. "Macroeconomic Impacts of Energy in the Pacific". Pacific Financial Technical Assistance Centre Regional Papers.
- De Gregorio, J. 2014. *How Latin America Weathered the Global Financial Crisis*. Peterson Institute for International Economics.
- Del Solar, Bernardita. 2013. "¿Se nos apaga la luz? Ciclo de Políticas Públicas: Panel de energía". Colección *Puntos de Referencia* 362, Centro de Estudios Públicos. Santiago.
- Dollar, David, Mary Hallward-Driemeier & Taye Mengistae. 2005. "Investment Climate and International Integration". Policy Research Working Paper 2232, The World Bank.
- Eifert, Benjamin. 2007. "Infrastructure and Market Structure in Least-Developed Countries". Working Paper Series, University of California, Berkeley.

- El Mercurio*. 2008. "Multinacional belga cierra planta de Cerámicas Cordillera por alza exorbitante del gas". *Economía y Negocios Online*, 8 de abril.
- Finn, Mary. 2000. "Perfect Competition and the Effects of Energy Price Increases on Economic Activity". *Journal of Money, Credit and Banking* 32(3).
- Fuentes, Fernando, Carlos García & Felipe Pinto. 2013. "Energía y ciclo económico en la economía chilena". Serie *Documentos de Investigación* 289, Universidad Alberto Hurtado.
- García, Carlos. 2012. "Impacto del costo de la energía eléctrica en la economía chilena: una perspectiva macroeconómica". Serie *Documentos de Investigación* 281, Universidad Alberto Hurtado.
- Hope, Chris & Risako Marimoto. 2004. "The Impact of Electricity Supply on Economic Growth in Sri Lanka". *Energy Economics* 26(1).
- IHS Global. 2013. "The Challenge to Germany's Global Competitiveness in a New Energy World". Volume 1. Informe preparado por IHS Global GmbH, Frankfurt, Alemania.
- International Monetary Fund (IMF). 2014. "Chile: 2014 Article IV Consultation". IMF Country Report No. 14/218.
- Kilian, Lutz. 2008. "The Economic Effects of Energy Price Shocks". *Journal of Economic Literature* 46(4).
- Kormilitsina, Anna. "Oil Price Shocks and the Optimality of Monetary Policy". *Review of Economic Dynamics* 14(1).
- Limi, Atsushi. 2008. "Effects of Improving Infrastructure Quality on Business Costs: Evidence from Firm-Level Data". Policy Research Working Paper 4581, The World Bank.
- Muller, Richard. 2012. *Energy for Future Presidents*. W. W. Norton & Company.
- Pindyck, Robert. 1991. "Irreversibility, Uncertainty, and Investment". *Journal of Economic Literature* 29(3).
- Quiroz, Jorge & Andrea Tokman. 2013. "Un nuevo trato para la energía". En *95 propuestas para un Chile mejor*, editado por Dante Contreras y otros. Santiago: Grupo Res Pública.
- Reinikka, Ritva & Jakob Svensson. 1999. "Confronting Competition: Investment Response and Constraints in Uganda". Policy Research Working Paper 2242, The World Bank.
- Yergin, Daniel. 2011. *The Quest: Energy, Security and the Remaking of the Modern World*. New York: The Penguin Press. **PdeR**