



ELECTRICIDAD PERDIDA

Dimensionando las pérdidas de electricidad
en los sistemas de transmisión y distribución
en América Latina y el Caribe

Raúl Jiménez, Tomás Serebrisky, Jorge Mercado

Para más información contactar:

Raúl Jiménez | rjimenez@iadb.org

Tomás Serebrisky | tserebrisky@iadb.org



ELECTRICIDAD

PERDIDA

Dimensionando las pérdidas de electricidad
en los sistemas de transmisión y distribución
en América Latina y el Caribe

Raúl Jiménez, Tomás Serebrisky, Jorge Mercado

**Catalogación en la fuente proporcionada por
la Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo**

Jiménez, Raúl

Electricidad perdida: dimensionando las pérdidas de electricidad en los sistemas de transmisión y distribución en América Latina y el Caribe / Raúl Jiménez, Tomás Serebrisky, Jorge Mercado. p. cm. — (Monografía del BID ; 241)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Electricity—Latin America. 2. Electricity—Caribbean Area. 3. Energy policy—Latin America. 4. Energy policy—Caribbean Area. 5. Electric power distribution—Latin America. 6. Electric power distribution—Caribbean Area. I. Serebrisky, Tomás. II. Mercado, Jorge. III. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Energía. IV. Título. V. Series.

IDB-MG-241

Códigos JEL: Q4, Q5

Palabras clave: Pérdidas eléctricas, Política Energética, Eficiencia Energética, Sistemas de Transmisión y Distribución, Electricidad

Las opiniones expresadas en esta publicación son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.

Se prohíbe el uso comercial o personal no autorizado de los documentos del Banco, y tal podría castigarse de conformidad con las políticas del Banco y/o las legislaciones aplicables.

Copyright © 2014 Banco Interamericano de Desarrollo. Todos los derechos reservados; este documento puede reproducirse libremente para fines no comerciales.

**Banco Interamericano de Desarrollo
1300 New York Avenue, N. W.
Washington, DC 20577
EE.UU.
www.iadb.org**



Nota: TWh refiere a aquellas pérdidas descontando el 10% de la producción de electricidad.

%PBI estimado para países con pérdidas mayores al 10% de la producción eléctrica

Información al 2012.

Las pérdidas de electricidad en el mundo



son de alrededor
290 TWh

Esto equivale a la electricidad consumida por México y Perú en 2013.



Un tercio de la electricidad consumida a nivel mundial ocurre en ALC, lo que equivale a dos veces el consumo anual de electricidad de Perú.



100 TWh

Cada año,

17%

de la electricidad

generada en ALC se pierde, superior a los niveles de pérdida de los países de la OCDE (6%) o de países de bajos ingresos (15%).



20 de 26



países de ALC presentan pérdidas mayores a 10% del total de la electricidad generada; 12 de 26 países de ALC presentan pérdidas superiores a 17%.

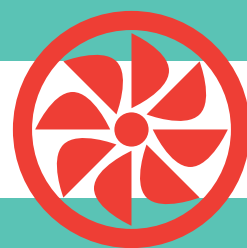


US\$11 – US\$17
miles de millones

Las pérdidas de electricidad se estiman entre US\$11 y US\$17 miles de millones en el 2012, el equivalente de hasta 0.3% del PBI de la región.

Las pérdidas eléctricas de ALC en

2012



igualaron la generación de electricidad de la central hidroeléctrica más grande de la región, Itaipú.

Sin mejoras al escenario actual, las pérdidas eléctricas de ALC en

2030

podrían representar dos veces la generación anual de electricidad de Itaipú.

80%
de las pérdidas eléctricas

ocurren durante la distribución.



Contenido

8	Agradecimientos
9	Introducción
11	Taxonomía de las Pérdidas Eléctricas
14	Clasificación de las Pérdidas
17	Factores Externos e Institucionales
18	Disponibilidad de Información
19	Panorama de las Pérdidas en los Sistemas de Electricidad
25	Pérdidas de Electricidad por País en América Latina y el Caribe
38	Consideraciones Finales
40	Agenda de Investigación
41	Referencias

Agradecimientos

El documento fue elaborado bajo la supervisión de Alejandro Melandri, Especialista Principal en Energía y Jefe Interino de la División de Energía del BID, y en coordinación con los miembros del equipo del proyecto, Alberto Elizalde y Lenin Balza.

Los siguientes colegas del BID proporcionaron valiosos aportes: Carlos Trujillo, Alberto Levy, Laura Rojas, Sergio Ballón, Patricio Zambrano-Barragán, Emilio Sawada, Martin Walter y Benedicte de Waizers.

Los autores desean agradecer de forma particular a Juan José Carrasco, Secretario Ejecutivo de la Comisión de Integración Energética Regional (CIER); y Víctor Hugo Ventura, Jefe de la Unidad de Energía y Recursos Naturales de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).



INTRODUCCIÓN

Los niveles de pérdidas eléctricas constituyen una importante medida de eficiencia y sostenibilidad financiera del sector eléctrico. En el transporte de energía, estas pérdidas se refieren a la diferencia entre la electricidad que ingresa a la red y la que es entregada para el consumo final, y son reflejo del nivel de eficiencia de la infraestructura en transmisión y distribución. El concepto de pérdidas eléctricas incluye también la electricidad entregada pero no facturada, que se traduce directamente en pérdidas financieras y sirve como indicador del desempeño operacional de las empresas eléctricas.

Reducir los niveles de pérdidas eléctricas puede contribuir a alcanzar el objetivo de un acceso universal a fuentes modernas de energía, y se traduciría en ingresos adicionales para las empresas eléctricas con las consiguientes mejoras en la recuperación de costos y en su sostenibilidad financiera. En el mediano plazo contribuiría a mejorar la capitalización del sector eléctrico y su capacidad de inversión. La reducción en los niveles de pérdidas implicaría también una disminución en las emisiones de gases de efecto invernadero, así como una reducción en las tarifas eléctricas para el consumidor final. El incremento en la facturación no sólo aumentaría los ingresos del sector eléctrico sino que también enviaría una señal al mercado para desalentar el consumo excesivo e incentivar así prácticas de conservación de energía.

El objetivo principal de este reporte es ofrecer un panorama sobre los niveles de pérdidas eléctricas en los sistemas de transmisión y distribución de América Latina y el Caribe. Mediante este esfuerzo se espera contribuir a la construcción de un monitoreo más sistemático de las pérdidas de energía en la región.

A pesar de los esfuerzos realizados por mejorar el desempeño del sector eléctrico, los niveles de pérdidas de electricidad en América Latina y el Caribe (ALC) se han mantenido durante varias décadas por encima de los estándares referenciales (BJM, 2013). De acuerdo con las estimaciones presentadas en este reporte, las pérdidas de electricidad en ALC (alrededor de 17% en 2007-2011) son, en promedio, mayores que en el grupo de países de bajos ingresos y comparables a los niveles presentados en Estados Unidos de Norteamérica en 1929. Como referencia, las pérdidas de electricidad en países de ingresos altos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) han fluctuado en promedio entre 6% y 8% de la producción total de electricidad y son principalmente de carácter técnico, resultado del transporte de energía en sistemas relativamente eficientes.

Las pérdidas representan un problema generalizado y suponen un alto costo en la región. Aproximadamente la mitad de los países de ALC tienen pérdidas de electricidad por encima del promedio de 17%. El costo anual de estas pérdidas se estima entre US\$11,000 y US\$17,000 millones (en 2012 el equivalente a entre 0.19% y 0.3% del PBI de América Latina). Estas cifras representan probablemente una subestimación, dado que no reflejan los subsidios a los precios de la electricidad ni los costos ambientales de dichas pérdidas. No obstante, representan una enorme carga financiera para las empresas eléctricas y un considerable costo de oportunidad para la sociedad. Por ejemplo, se estima que el costo anual de las pérdidas de electricidad en México es de alrededor de US\$4.4 billones (CICM, 2011), cifra aproximada al monto total de recursos que este país destina a Oportunidades, uno de los programas sociales más importantes de la región. En algunos países las pérdidas representan un tercio de la electricidad suministrada a los usuarios finales, y esta magnitud elimina toda posibilidad de que los sistemas de energía eléctrica sean sostenibles desde el punto de vista financiero.

A pesar del extenso impacto económico de las pérdidas eléctricas, su monitoreo no es sistemático. Existen limitantes para comparar o identificar los tipos de pérdidas entre transmisión y distribución o entre técnicas y no-técnicas, por ejemplo. En este contexto, y como parte de una agenda programática enmarcada en la Estrategia de Infraestructura del BID, el presente reporte complementa esfuerzos previos realizados por el Banco y por instituciones regionales relevantes a fin de cuantificar, monitorear y analizar el problema de pérdidas de electricidad en América Latina y el Caribe.

La primera sección ofrece una clasificación general de las pérdidas de electricidad y su definición. Las dos secciones siguientes presentan los niveles de estas pérdidas por grupos de países, por regiones y por subsector del sistema eléctrico. La última sección ofrece algunas observaciones finales y sugiere áreas de investigación.

1

TAXONOMÍA DE LAS PÉRDIDAS ELÉCTRICAS



Taxonomía de las Pérdidas Eléctricas

Las pérdidas de energía que ocurren a lo largo de la cadena del sistema eléctrico representan una medida clave de su eficiencia. En términos generales estas pérdidas dan cuenta de la diferencia entre la electricidad disponible para consumo final y la energía facturada a los usuarios finales.¹ Las pérdidas en el transporte de la electricidad constituyen una medida de la eficiencia técnica del sistema, mientras que las vinculadas a factores no técnicos reflejan la eficiencia operativa de las empresas de suministro eléctrico.

Dado que las definiciones y el monitoreo de las pérdidas pueden variar de país a país, la **Figura 1** presenta un diagrama simplificado del sistema eléctrico, útil para establecer nuestra discusión. Si bien el presente reporte no aborda las pérdidas registradas durante la transformación de la energía, es conveniente iniciar con el subsector de la generación. En esta etapa se consideran ‘insumos’ los diversos tipos de combustible utilizados en el proceso de generación de electricidad. A nivel agregado, las pérdidas durante la transformación² representan alrededor de dos tercios del insumo total (Agencia Internacional de Energía, 2012). Es importante destacar, sin embargo, que el nivel de eficiencia varía en función del tamaño de la planta, su antigüedad y su factor de carga, y que a nivel de país, la eficiencia depende en gran medida de las tecnologías que conforman la matriz de generación eléctrica. La hidrogeneración, por ejemplo, pierde alrededor de una octava parte de su insumo total.

Una vez generada, la electricidad ingresa a los sistemas de transmisión, usualmente compuestos de redes de alta y media tensión (100 KV³). Las pérdidas de electricidad en la transmisión responden principalmente a factores técnicos, eventos climatológicos y condiciones geográficas específicas. Por otro lado, la distribución de la electricidad hacia los usuarios finales está sujeta además a pérdidas de tipo no-técnico. Esto se debe a que la distribución (y/o comercialización) incluye, además del transporte de energía eléctrica, varias actividades como la conexión, medición y el cobro por el servicio (la siguiente sección presenta una clasificación completa de las pérdidas de electricidad).

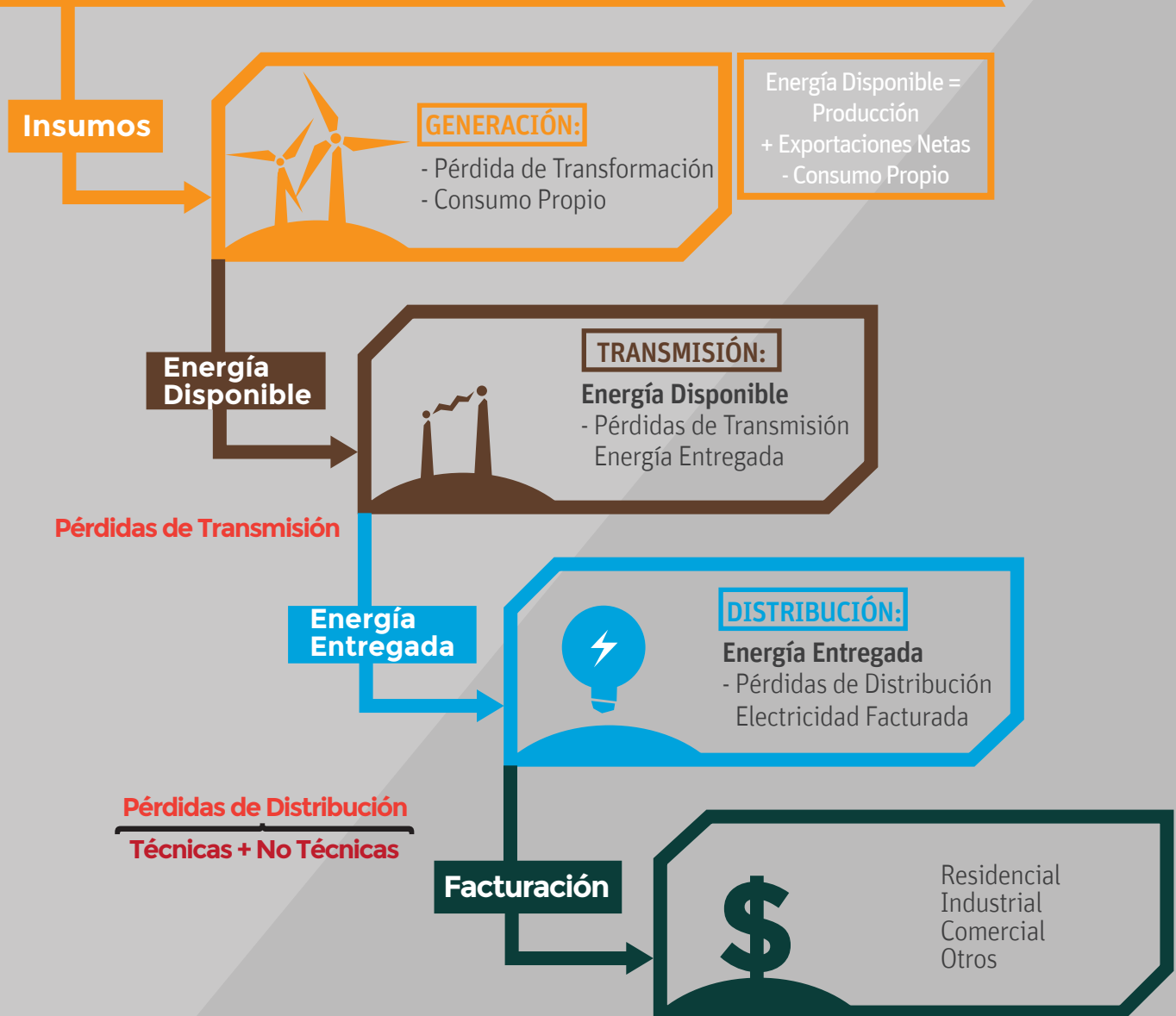
Es importante tener en cuenta que la medición de pérdidas en cada subsector del sistema eléctrico —generación, transmisión y distribución— no es siempre posible. Incluso en los casos en que las actividades de transmisión están claramente delegadas a empresas específicas con unidades independientes, los subsectores de generación y/o distribución pueden también participar en la transmisión de electricidad. Así sucede, por ejemplo, en Chile y Perú, donde los reportes sobre la transmisión eléctrica incluyen líneas de electricidad que son propiedad de los subsectores de generación y distribución. Por otro lado, la definición de líneas de transmisión varía entre países, y esto dificulta la realización de comparaciones de pérdidas entre sistemas. Por ejemplo, en su clasificación de transmisión, Bolivia, Paraguay y Nicaragua incluyen también líneas de voltaje inferior a 110 KV sujetas a mayores pérdidas técnicas que las líneas de mayor voltaje.

¹ *Electricidad disponible* se refiere aquí a la energía que ingresa a las redes del sistema eléctrico, e incluye la generación bruta, importaciones netas y producciones aisladas. *Usuarios finales* incluye los consumos residencial, industrial, de transporte, comercial y otros clientes.

² Se incluye el auto-consumo de electricidad, es decir, la energía utilizada para la operación y mantenimiento de plantas de generación de energía.

Figura 1

Pérdidas en el flujo del sistema eléctrico



Clasificación de las Pérdidas³

En los sistemas de energía eléctrica se registran **dos categorías generales de pérdidas** (véase Figura 2). El primer tipo refiere a las pérdidas técnicas, que ocurren en las líneas de transmisión y distribución, y se divide en **fijas y variables**:

Pérdidas técnicas fijas

Causadas por deficiencias físicas, tales como la histéresis, pérdidas en el núcleo de los transformadores y el efecto corona en las líneas de transmisión. Estas pérdidas son proporcionales al voltaje e independientes del flujo de electricidad. Debido a que el voltaje varía relativamente poco respecto de su valor nominal, estas pérdidas son tratadas como una constante que depende principalmente de la calidad de la línea. Estos tipos de pérdidas representan entre 20% y 40% del total de las pérdidas técnicas.

Pérdidas técnicas variables

Causadas por el flujo de corriente en las líneas, cables y transformadores de la red. Se trata de pérdidas relacionadas con el transporte de la energía y son proporcionales a la resistencia de los conductores y a la electricidad transportada por dichos conductores. *Ceteris paribus*, el balance neto entre pérdidas técnicas fijas y variables es que las líneas de mayor voltaje tienden a producir pérdidas menores.

Los medidores de electricidad son otra fuente de pérdidas. Como cualquier otro componente de la infraestructura de un sistema de suministro eléctrico, los medidores se encuentran sujetos a mal funcionamiento e ineficiencias. Como referencia, en Gran Bretaña estas pérdidas representan 3% del total de las pérdidas técnicas (Ofgem, 2009).

En este sentido, las pérdidas técnicas son inherentes al transporte de la electricidad, y se asocian de manera significativa a las características de la infraestructura de los sistemas de energía. Es por eso que las reducciones en este tipo de pérdidas se consideran ganancias de eficiencia energética en las actividades de transmisión y distribución.⁴

A partir de estas definiciones se derivan dos implicancias importantes. En primer lugar, dado que el principal componente de las pérdidas técnicas variables es el flujo de corriente, el volumen de pérdidas depende de los niveles de carga. Es decir, las pérdidas aumentan con la carga y varían de modo estacional, por lo que la gestión de demanda juega un rol importante en su control. En segundo lugar,

tanto la distancia desde el punto de generación como las características demográficas del mercado final determinan parcialmente los niveles de pérdidas y el costo del suministro. Es decir, se espera que zonas rurales con baja densidad poblacional registren un nivel de pérdidas mayor que las zonas urbanas.

¿Cuál es el nivel esperable de pérdidas técnicas? Las pérdidas técnicas dependen de factores interrelacionados dentro de la estructura del sistema (voltaje de la línea eléctrica, cargas, etc.). Los estándares internacionales, sin embargo, por lo general usan como referencia a países desarrollados de altos ingresos, donde las pérdidas son esencialmente de tipo técnico (en contraste con las pérdidas no-técnicas) y donde la existencia de sistemas de infraestructura y monitoreo adecuados permiten minimizar dichas pérdidas. En este sentido cabe tener en cuenta que el ratio de pérdidas en los países de altos ingresos de la OCDE ha fluctuado, en promedio, entre 6% y 8% durante las últimas tres décadas (véase figura 2).

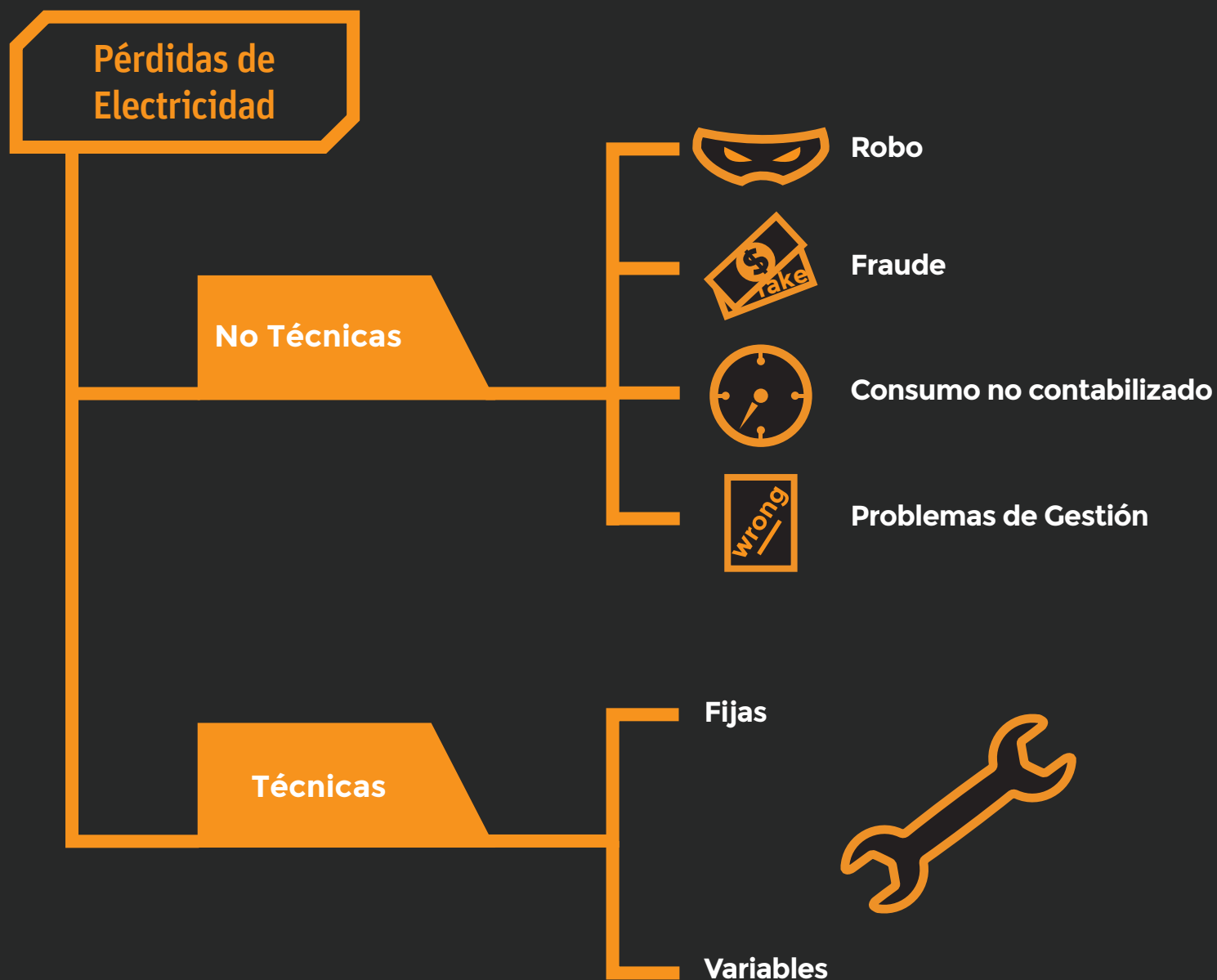
³ Véase también Ofgem (2003, 2009) y Banco Mundial (2009).

⁴ Ver, BBBR (2010) para un análisis detallado de la experiencia de la Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas de Uruguay en las mejoras de los niveles de tensión de las líneas de distribución.

Figura

Taxonomía de pérdidas eléctricas

2



El segundo tipo son las *pérdidas no-técnicas*, que se refieren a la electricidad entregada pero no pagada por los usuarios, situación que se traduce en pérdidas financieras directas para el proveedor de energía. Este tipo de pérdidas es causado por factores externos (climatológicos o económicos) a los sistemas eléctricos, pero relativos a la gestión de las empresas de energía y factores institucionales del sector. Según el tipo de fuente, estas pérdidas pueden ser atribuidas a:



Robo, se refiere a la energía apropiada ilegalmente por usuarios sin conexión formal a la red y definidas como conexiones ilegales.

Fraude, se refiere a la modificación de los equipos de medición, de parte de los usuarios, a fin de registrar niveles de consumo eléctrico más bajos que los reales.



Electricidad no contabilizada, incluye electricidad para el alumbrado de las calles y las señales de tráfico (Ofgem, 2009). Adicionalmente, en la región hay casos en los que se proporcionan servicio de electricidad a zonas de bajos ingresos o asentamientos informales, sin medición del consumo a nivel de hogar.⁵

Problemas de gestión, incluyen errores en la contabilidad y un mantenimiento deficiente de los registros de clientes.



Desde la perspectiva de una empresa eléctrica, las pérdidas no-técnicas se denominan frecuentemente pérdidas comerciales, dado que la adecuada medición y facturación de la electricidad es parte integral de la gestión comercial (Banco Mundial, 2009). Es pertinente señalar, además, que las fuentes de pérdidas mencionadas evidencian el grado de imposibilidad de las empresas para medir la electricidad suministrada a los usuarios finales. Es decir, las empresas tienen que perder ingresos por el consumo de electricidad que no pueden identificar. Sin embargo, existen casos en los que el no-pago (electricidad facturada pero no pagada) se registra también como pérdida. Es decir, aunque el consumo se mide y se factura correctamente, se le considera como pérdida debido a la baja capacidad de cobro de la empresa.

⁵ En contraste, países como México y Costa Rica tienen esquemas tarifarios que incluyen cargos mínimos, bajo los cuales se factura por el equivalente de 25 a 30 kilovatios/hora, incluso si el consumo de los hogares es de cero. En la medida en que bajo este esquema pueden generarse cargos por electricidad no entregada, ello representa el caso opuesto al de pérdidas no-técnicas.

Factores Institucionales y Externos

Los marcos regulatorios y esquemas de gobierno corporativo son esenciales a fin de proporcionar señales adecuadas para reducir las pérdidas. Con respecto a la dimensión regulatoria, los sistemas transparentes de precios e incentivos han mostrado ser útiles para promover el control de pérdidas por parte de las empresas eléctricas. En países como Chile, Colombia, Costa Rica y Perú se han puesto en marcha esquemas de precios que recompensan o sancionan el alto o bajo desempeño sobre la base de metas, tanto en la transmisión como en la distribución. Asimismo, se han implementado políticas de precios de este tipo en grandes áreas metropolitanas de El Salvador, Guatemala, Panamá y Uruguay. Por ejemplo, bajo estos regímenes, el regulador permite que las empresas incluyan los costos de pérdidas en las tarifas eléctricas, hasta un máximo de 7%. Si las pérdidas sobrepasan este punto de corte, las empresas deben absorber los costos, con la consiguiente reducción directa de sus ingresos.

La independencia en la gobernanza de las empresas eléctricas es esencial para establecer los incentivos requeridos para promover el control de pérdidas y mejorar así la solidez operativa. Con el respaldo de un marco institucional y normativo adecuado, las empresas eléctricas públicas y privadas han logrado reducir sus niveles de pérdidas en países como Costa Rica y Trinidad y Tobago (donde los sistemas son de carácter público), y Chile y Perú (donde predomina la actuación privada). Sin embargo, todavía se observan niveles relativamente altos de pérdidas en los países con mayor participación pública (ver BJM, 2013), lo cual subraya la necesidad de fortalecer los esquemas de gestión de las empresas de servicios públicos.






Por otro lado, las pérdidas derivadas del hurto y el fraude son consecuencia de una combinación de factores que no siempre depende directamente de la gestión de la empresa eléctrica. Así, estos factores pueden ser el resultado del aumento de precios (ejemplo, shocks al precio del petróleo) o de bajos ingresos de la población. Esta situación podría ser permanente o temporal, como resultado, por ejemplo, de una crisis económica. Por otro lado, el robo o no-pago podría deberse a contextos socioculturales como la baja propensión a pagar por servicios públicos o la imposibilidad de conexión debido a falta de títulos de propiedad, entre otros. Por último, el robo podría ser una respuesta a la percepción de un servicio de baja calidad o de un deficiente monitoreo por parte de las empresas. En cualquier caso, los programas destinados a reducir las pérdidas de electricidad necesitan caracterizar a la población objetivo con el fin de abordar adecuadamente el problema.

Disponibilidad de Información

A efectos analíticos, sería ideal estudiar las pérdidas de electricidad de acuerdo a su clasificación, como técnicas o no técnicas, en cada una de las fases de la cadena del sistema eléctrico. Ello permitiría realizar un seguimiento de las principales causas de las pérdidas y su materialidad. Sin embargo, la heterogeneidad de los sistemas de electricidad y la dificultad de medir las pérdidas no técnicas, dificulta la recopilación de información comparable entre los países. Esto explica en parte porqué en ALC no existen registros sistemáticos de las pérdidas por tipo, ya sean técnicos o no técnicos o en la transmisión o distribución.

En este contexto, el principal desafío para construir un panorama general sobre pérdidas de electricidad radica en la disponibilidad y confiabilidad de la información en cada país de la región. El enfoque del presente reporte es, por lo tanto, presentar estimados de los niveles de pérdidas a nivel agregado de país, con base en informaciones oficiales. La base de datos analizada incluye información de organismos reguladores, ministerios, y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). A fin de efectuar comparaciones con países fuera de la región, se utiliza la información proveniente de la Administración de Información de Energía de Estados Unidos de Norteamérica (EIA). Las estimaciones propias son utilizadas como última opción y se basan en la información proveniente de balances oficiales, empresas de electricidad representativas y la EIA. En cuanto a los precios de la electricidad, las fuentes de información incluyen la Comisión de Integración Energética Regional (CIER) y la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

Con el fin de proporcionar datos comparables, los ratios analizados se calculan de la siguiente manera:

 Pérdidas totales de electricidad (P)	=	$\frac{\text{Pérdidas en transmisión+ Pérdidas en distribución}}{\text{Producción}}$	=	$\frac{\text{Producido – Facturado}}{\text{Producido}}$
 Pérdidas en transmisión (PT)	=	$\frac{\text{Pérdidas en transmisión}}{\text{Producción}}$	=	$\frac{\text{Producido – Entregado}}{\text{Producido}}$
 Pérdidas en distribución (PD)	=	$\frac{\text{Pérdidas en distribución}}{\text{Producción}}$	=	$\frac{\text{Entregado – Facturado}}{\text{Producido}}$
 Pérdidas técnicas en distribución (PTD)	=	$\frac{\text{Pérdidas técnicas}}{\text{Producción}}$		
 Pérdidas no-técnicas en distribución (PNTD)	=	$\frac{\text{Pérdidas no-técnicas}}{\text{Producción}}$		

La muestra final para el período 2007-2012 está conformada por 140 países, e incluye 26 naciones de la región ALC. Los países están clasificados de acuerdo a su nivel de ingresos, a partir de la Clasificación de Países del Banco Mundial. Con el fin de evitar años anómalos, los ratios se calculan como promedios de cinco años. Adicionalmente, para evitar una sobre-representación de las economías de mayor tamaño, los promedios, a nivel de región o grupo de países por niveles de ingreso, se calculan como un promedio del ratio de cada país.



2

PANORAMA DE LAS PÉRDIDAS EN LOS SISTEMAS DE ELECTRICIDAD



Panorama de las Pérdidas en los Sistemas de Electricidad

Esta sección analiza el problema de las pérdidas de electricidad en ALC en comparación con otros grupos de países clasificados por región y nivel de ingresos. Se destaca que, como región, América Latina y el Caribe tiene uno de los ratios más altos de pérdidas eléctricas en el mundo, situación que se ha agravado durante las últimas tres décadas.

En efecto, aproximadamente 17% del total de la electricidad producida en ALC se pierde en su transmisión y distribución. Esta proporción es muy superior a la de los grupos de países de ingresos bajos (de 14% a 15%), países de ingresos medios (13%) y países de ingresos altos (de 6% a 9%). Es decir, en términos relativos, ALC tiene uno de los ratios más altos de pérdidas de electricidad en el mundo (Figura 3).

Este ranking permanece inalterado cuando el análisis se realiza por región. En promedio, ALC pierde alrededor de tres puntos porcentuales más que África y más del doble que Europa y América del Norte (sin incluir México). Sin embargo, es importante destacar el caso de India, cuya tasa promedio de pérdidas de electricidad está por encima de 22%, un nivel que, dado su tamaño y el consumo anual de electricidad, representa una cantidad significativa de energía perdida (véase la figura 4).⁶

Es más, el ratio estimado para ALC (17%) no incluye Haití, país que sufre pérdidas mayores a 50%. Al incluir Haití, el ratio de pérdida de la región se incrementa a 19%. En el caso de ALC estas cifras no cambian significativamente cuando la estimación es realizada con información disponible del último año (2012).

Estas pérdidas incluyen tanto las técnicas como las no-técnicas. Como se comentó anteriormente, las pérdidas técnicas son el resultado natural del transporte de energía, tema que debe ser abordado antes de poder analizar los ratios de pérdidas.

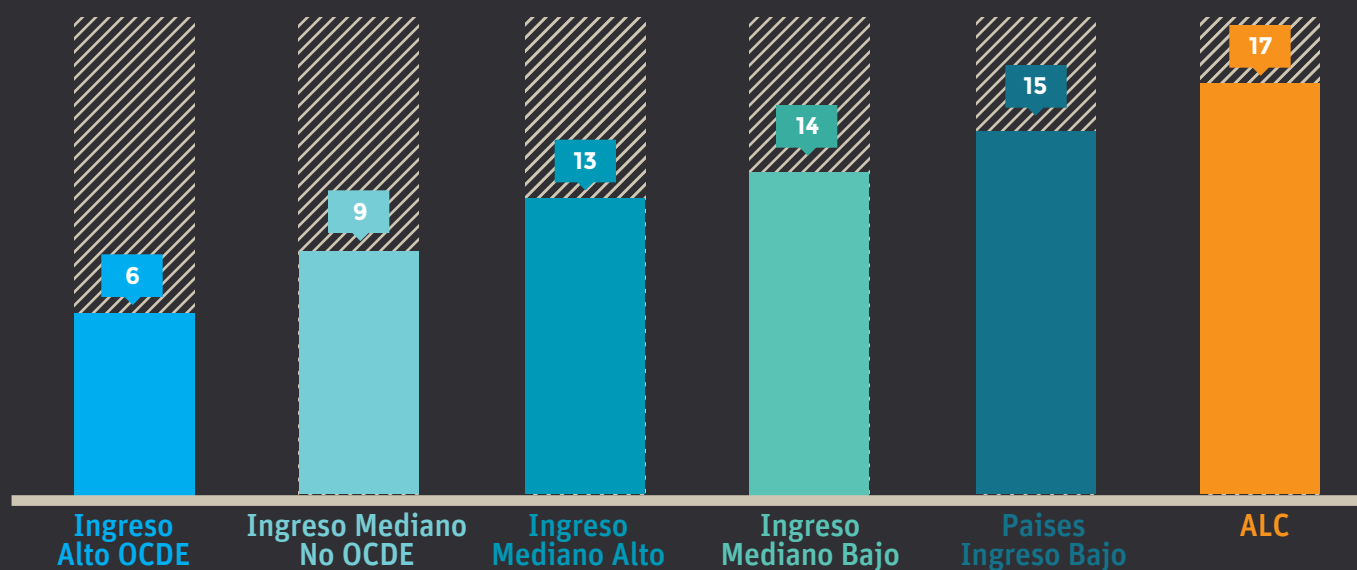
6 De acuerdo con la Clasificación de Países del Banco Mundial, India es considerado un país de mediano-bajo ingreso. Siguiendo la clasificación de la EIA, India es asignada al grupo de países de Asia y Oceanía.

Figura

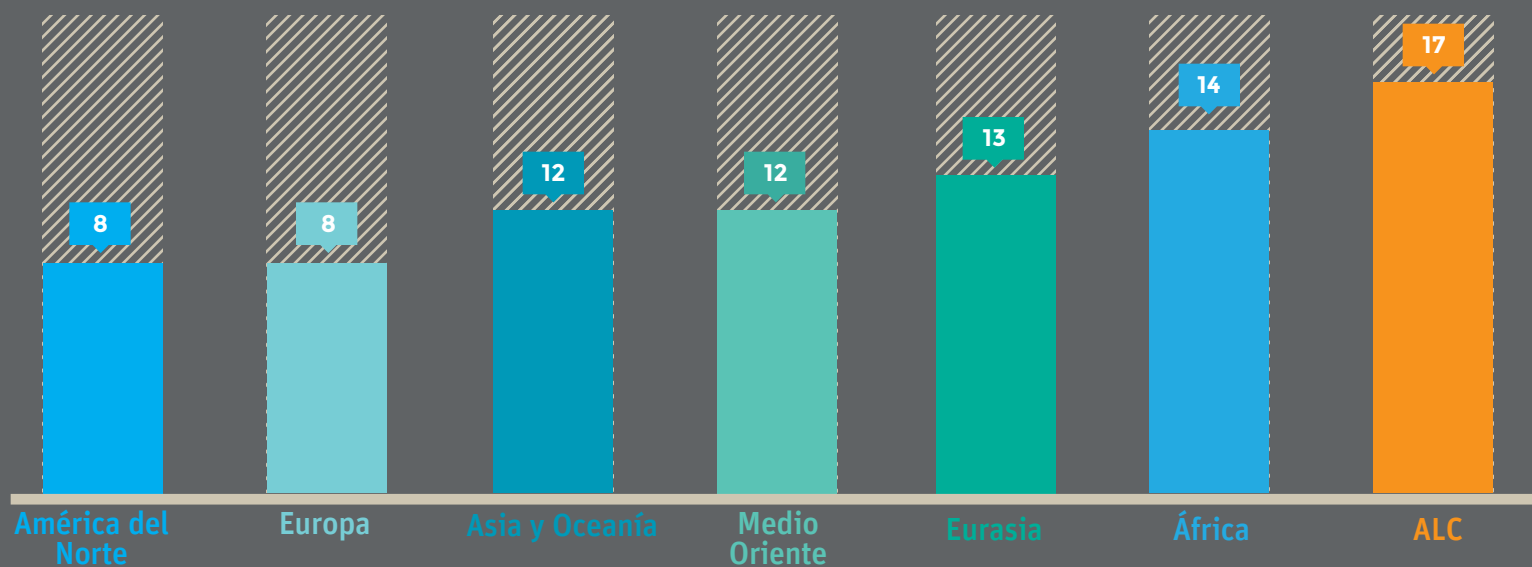
3

El ratio de pérdidas de ALC es uno de los más altos a nivel mundial
(En porcentaje; promedio de cinco años del ratio de pérdidas respecto de la producción de electricidad; incluye pérdidas en transmisión y distribución).

Por Nivel de Ingresos



Por Región



Nota: El promedio para el período 2007-2011. ALC no incluye Haití; incluyendo Haití su ratio aumentaría a alrededor de 19 %.
Fuente: elaborado por los autores con base en datos de organismos reguladores, empresas de electricidad, CEPAL y EIA.

¿CUÁNTA ELECTRICIDAD REPRESENTAN ESTOS RATIOS?

¿Cuánta electricidad se pierde?

Antes de trasladar estos ratios a energía (en teravatios por hora, TWh) es necesario descontar los niveles de pérdidas esperados. Es decir, con el fin de obtener una cifra de pérdidas de electricidad atribuible a ineficiencias y causas no-técnicas, primero debemos descontar un nivel de pérdidas referencial. Esta referencia puede entenderse como un nivel “aceptable”; y las pérdidas superiores a este ratio se traducen en ineficiencias que pueden y deben ser abordadas. En este sentido los cálculos de unidades de energía perdida y sus costos asociados se efectúan descontando 10% de la generación total.⁷ Esto representa un límite conservador, dados los niveles de pérdidas observados en países de altos ingresos (alrededor de 8%) o incluso en países con bajos niveles de pérdidas en la región de ALC.

Como se muestra en la [Figura 4](#), las pérdidas anuales de electricidad a nivel mundial alcanzan los 290 TWh, cifra equivalente al total de electricidad consumida por México y Perú en 2013.

Un tercio de la electricidad perdida a nivel mundial corresponde a países de ALC: 90 TWh al año. En términos equivalentes, esta magnitud es suficiente para: i) satisfacer el consumo anual de electricidad del Perú; o ii) cubrir el aumento previsto de la demanda de electricidad en Chile en los próximos 30 años;⁸ o iii) cubrir la nueva demanda eléctrica de incorporar a los 30 millones de personas que actualmente carecen de acceso en ALC.⁹

Con el fin de evitar años anómalos con altos niveles de pérdidas debido a eventos climatológicos o a precios elevados del petróleo, estas cifras se han estimado tomando el promedio anual durante el periodo 2007-2011. Sin embargo, el uso de estos promedios tiende a ‘suavizar’ las estimaciones, ya que ponderan, además del contexto más reciente, aquellos contextos de años previos. Efectivamente, utilizando información de 2012 (el último año disponible), las pérdidas en ALC se estiman en aproximadamente 240 TWh, de los cuales alrededor de 100 TWh son pérdidas anuales por encima de 10% del total del consumo de electricidad (en comparación con el promedio de 90 TWh durante 2007-2011).

Estas cifras representan un impacto considerable sobre el medioambiente, debido principalmente a las emisiones de CO₂ producidas durante el proceso de generación. Las ineficiencias en los sistemas eléctricos se traducen en mayores demandas de generación de electricidad para satisfacer el consumo final, lo cual conlleva incrementos en las emisiones de gases de efecto invernadero. Aun cuando la matriz en América Latina y el Caribe es relativamente ‘limpia’ –dado el peso de la generación hidroeléctrica– este impacto es relevante en países donde la generación depende en gran medida de combustibles fósiles, como son los casos de México, República Dominicana, Honduras y Nicaragua.

⁷ Esta referencia se basa en las siguientes consideraciones: 1) el ratio de pérdidas promedio en los últimos 20 años en países de ingresos altos se encuentra entre 6% y 9% (véase figuras 3 y 5); 2) la Secretaría de Energía de México establece una meta para 2018 de 8% (Prospectiva del Sector Eléctrico 2013-2017); y 3) estimaciones basadas en zonas rurales de Colombia muestran pérdidas técnicas de electricidad en condiciones relativamente eficientes en torno al 10% (PGGSGBP, 2010).

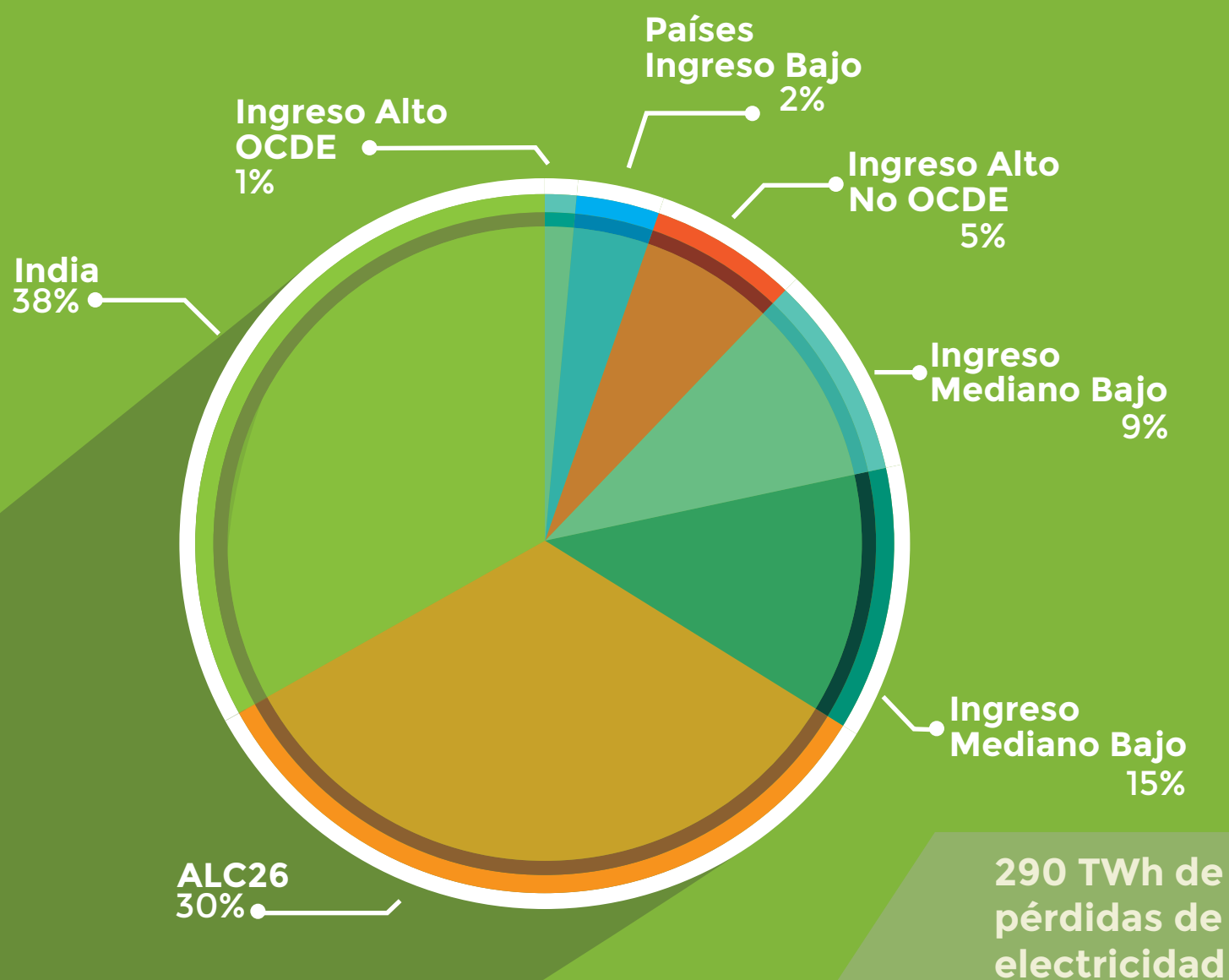
⁸ Basado en proyecciones de demanda de electricidad provista por BJES (próxima publicación).

⁹ Se asume un consumo anual de 2000 KW por persona sin acceso a la electricidad. El consumo per cápita se calcula a partir del promedio del consumo per cápita en países de ALC (con exclusión de Haití). (Fuente: Banco Mundial, Indicadores de Desarrollo Mundial, 2014). El número total de hogares sin electricidad se obtuvo de la Agencia Internacional de Energía para el año 2009.

Figura

Participación porcentual en las pérdidas eléctricas anuales a nivel mundial
(Descontando 10% de la producción de electricidad, basada en un promedio de los años 2007-2011)

4



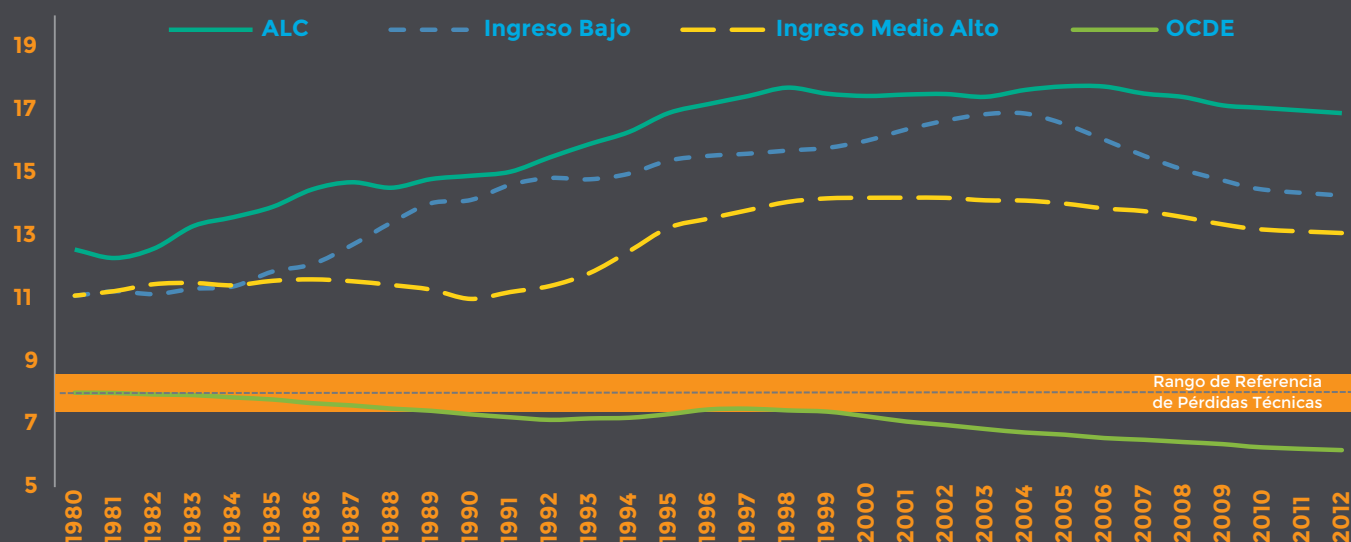
Esta situación es aún más alarmante si se observa la tendencia de los últimos tres decenios. Durante ese período ALC no mostró mejoría en los índices de pérdidas. Por el contrario, el desempeño del sector empeoró. La **Figura 5** muestra el ratio promedio de pérdidas de electricidad en los países de ALC comparado con las tendencias en países de altos ingresos de la OCDE, países de ingresos medios y países de ingresos bajos. Las pérdidas promedio de electricidad en la región muestran una tendencia creciente desde alrededor de 13% en 1980 hasta 17% en 2012. En contraste, países de ingresos medios y bajos han tendido a disminuir sus ratios de pérdidas en el último decenio. Los países de la OCDE también muestran una tendencia decreciente de 8% en 1980 a 6% en 2010. Es decir, la brecha entre los países de ALC y los países de ingresos altos se ha ampliado.

A fin de lograr un mayor entendimiento de los factores que contribuyen a esta tendencia los análisis a profundidad son imprescindibles. La evidencia preliminar sugiere que el incremento en los niveles de pérdidas podría estar vinculado con una inversión insuficiente en la infraestructura para hacer frente al dinámico crecimiento de las ciudades latinoamericanas durante los últimos 30 años. Por otro lado, el endurecimiento de las condiciones económicas en ALC durante la década de 1980 y principios de los años noventa, puede haber jugado un papel relevante en el aumento de las pérdidas eléctricas. Nótese que a partir de esos años estas alcanzaron 17% de la generación total.¹⁰

Figura

5

Tendencia de las pérdidas de electricidad por nivel de ingresos: América Latina y el Caribe no presenta mejora significativa.
(Promedio móvil de tres años, en porcentaje)




*Bajo ingreso incluye países de ingreso bajo y medio bajo.
Fuente: elaborado por los autores con base en los datos de la EIA.

¹⁰ Para una revisión de los casos en América Latina, véase Elizalde y Jiménez (2013). Evidencia de la relación entre condiciones económicas y pérdidas de electricidad en otras regiones y países puede ser encontrada en Smith (2004) y Jamil (2013).

3

PÉRDIDAS DE ELECTRICIDAD POR PAÍS EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE



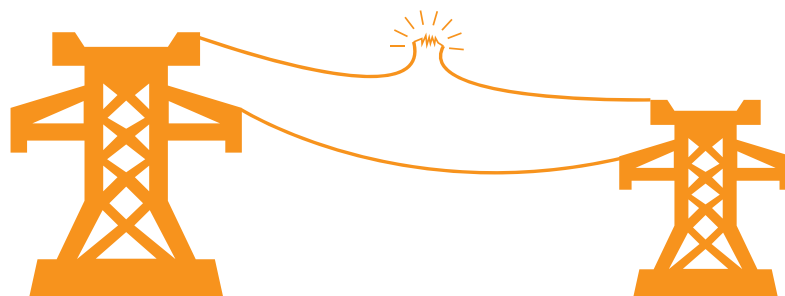


Pérdidas de Electricidad por País en América Latina y el Caribe

De la sección previa se desprende que ALC ha tenido poca variación en sus elevados niveles de pérdidas de electricidad durante la última década. Esta sección ofrece una perspectiva más detallada de las diferencias intrarregionales en pérdidas eléctricas en 26 países de la región. La conclusión principal es que la pérdida de electricidad es un problema generalizado que afecta a casi todos ellos, y representó costos financieros para el sector eléctrico de entre US\$11 mil millones y US\$17 mil millones en 2012.

La **Figura 6** muestra las pérdidas anuales de electricidad como porcentaje del total de energía eléctrica producida en cada uno de los 26 países analizados. Se muestra una variación significativa entre ellos: de 6% en el caso de Trinidad y Tobago, a 56% en Haití. De acuerdo a estas estimaciones, solo seis de los 26 países no presentan un problema de pérdidas. El punto de corte para esos seis países es Costa Rica, cuyo ratio de pérdida está en torno a 10%. Los otros 20 países de la región muestran pérdidas por encima de la referencia internacional (8%) y de nuestro punto de referencia (10%). Además, casi la mitad de los 26 países presentan pérdidas iguales o superiores a 17% de la producción total de electricidad.

Estas cifras sugieren que las medidas orientadas a reducir las pérdidas de electricidad tendrían impactos económicos positivos en ALC, y en particular en la industria eléctrica. Sin embargo, cabe enfatizar que no siempre es factible reducir los niveles de pérdidas más allá de un nivel mínimo¹¹. Específicamente, incluso cuando es deseable y tecnológicamente posible reducir las pérdidas a 0% no resulta económicamente viable en general. ALC evidentemente no se encuentra aún próximo a este nivel mínimo (como puede ser el caso de países de altos ingresos). Esto da lugar, no obstante, a la discusión acerca de los niveles de eficiencia deseados en el sector eléctrico teniendo en cuenta sus impactos ambientales. Las consideraciones ambientales podrían afectar sustancialmente los niveles “aceptables” de las pérdidas de electricidad y la forma en que se valoran. Por ejemplo, con el objeto de reducir emisiones de gases contaminantes, la Unión Europea está implementando una regulación ambiental específica el uso de transformadores más eficientes en la transmisión y distribución de electricidad en el sector industrial; conllevando a su vez incrementos en los costos de inversión y mantenimiento para las empresas del sector ¹².



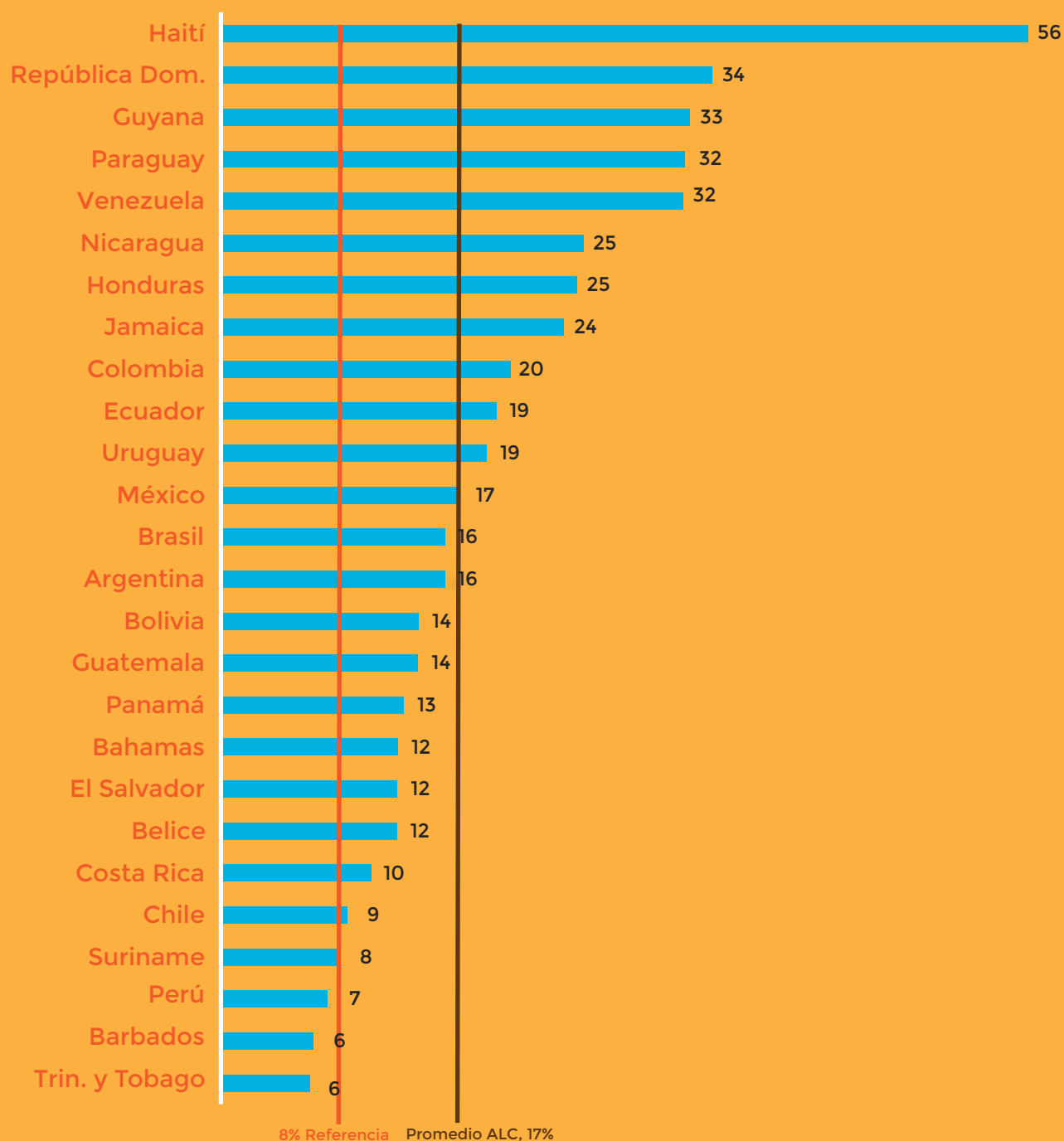
¹¹ Como referencia considérese que en la muestra analizada en el presente documento, los ratios mínimos de pérdidas eléctricas observados en países de altos ingresos se encuentran entre 3–5 por ciento de la electricidad generada.

¹² Véase Directiva europea 2009/125/CE relativa a la iniciativa Ecodesing y su regulación 548/2014

Figura

6

Pérdidas de electricidad en América Latina y el Caribe por país
(Como porcentaje de la producción total de energía eléctrica; promedio de la información disponible de los últimos cinco años)



Nota: El promedio de ALC no incluye Haití.

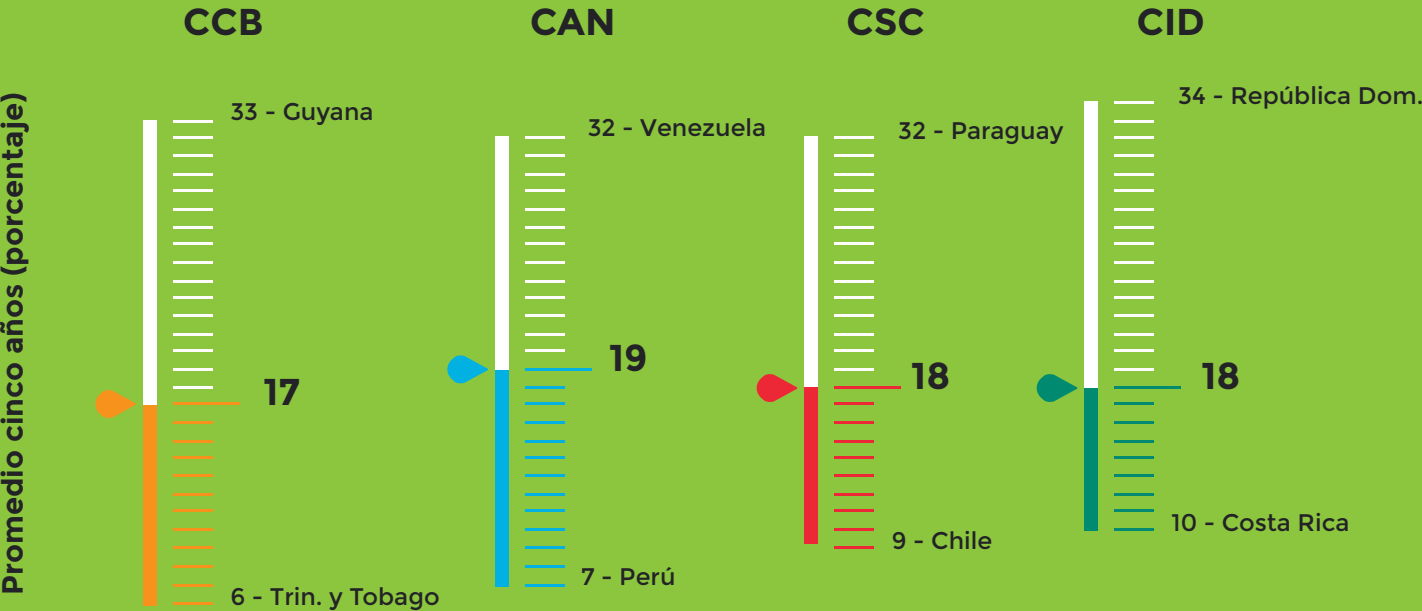
Fuente: elaborado por los autores con base en datos de organismos reguladores, empresas de electricidad, CEPAL y EIA.

Las pérdidas de electricidad son un problema importante en todas las subregiones de ALC, con una tasa promedio de pérdidas por subregión que varía entre 17% y 19%. La Figura 7 presenta los países más (y menos) afectados, por subregiones. En la subregión Andina (CAN), Venezuela presenta el ratio más elevado; 32 por ciento, lo que se traduce –después de descontar el 10% de referencia– en 30 TWh o el equivalente a dos tercios de la producción neta de la electricidad generada a partir de combustibles fósiles en ese país. República Dominicana, al tope de la lista de países de América Central (CID), registra pérdidas que representan la mitad de su electricidad generada con petróleo. Las pérdidas en Guyana y Paraguay superan el 30%, una cifra igualmente preocupante en el contexto de las regiones del Caribe y el Cono Sur, respectivamente.

Figura

Pérdidas de electricidad en América Latina y el Caribe por subregión
(Como porcentaje de la producción total, promedio disponible de los últimos cinco años)

7



Nota: Países del Caribe (CCB), Cono Sur (CSC), Grupo Andino (CAN), América Central, México, Panamá y República Dominicana (CID). Promedio de CCB no incluye a Trinidad y Tobago. Haití no está incluido.
Fuente: elaborado por los autores con base en datos de organismos reguladores, empresas de electricidad, CEPAL y EIA.

¿CÓMO HAN EVOLUCIONADO ESTAS PÉRDIDAS EN CADA PAÍS?

En la **Figura 8** se muestra el ratio de pérdidas –último año con información disponible– comparado con el cambio en dicho ratio durante los últimos cinco años. Los países situados a la izquierda de la línea central han reducido sus niveles de pérdidas, sin embargo, todavía registran niveles comparativamente altos, lo cual sugiere la necesidad de medidas más agresivas. Esto es particularmente importante en países donde, a pesar de los esfuerzos para combatir el problema, todavía tienen un ratio de pérdidas por encima del promedio de ALC de 17%.

En este contexto, cabe mencionar los esfuerzos recientes llevados a cabo en República Dominicana, donde el BID y otras fuentes de financiamiento internacional han comprometido alrededor de US\$400 millones para fortalecer el programa de lucha contra las pérdidas de electricidad. Dicho programa se encuentra principalmente concentrado en zonas urbanas, a través de mejoras en las estaciones y redes de transmisión y distribución.

En los últimos cinco años este país ha reducido sus pérdidas en aproximadamente cuatro puntos porcentuales.

Esfuerzos similares, con mejoras significativas en el período bajo análisis, se han realizado en Ecuador y Nicaragua, países que a 2012 han reducido sus índices de pérdidas en alrededor de cuatro y cinco puntos porcentuales alcanzando niveles de 16% y 23%, respectivamente.

Por otro lado, es preciso resaltar aquellos países ubicados alrededor del promedio de ALC, 17%, que no han presentado variaciones significativas durante los últimos años. Este grupo comprende un conjunto heterogéneo¹³ de países: Colombia, Uruguay, México, Brasil, Argentina, Guatemala, Bolivia, El Salvador y Belice, con índices de pérdidas entre 12% y 20%.

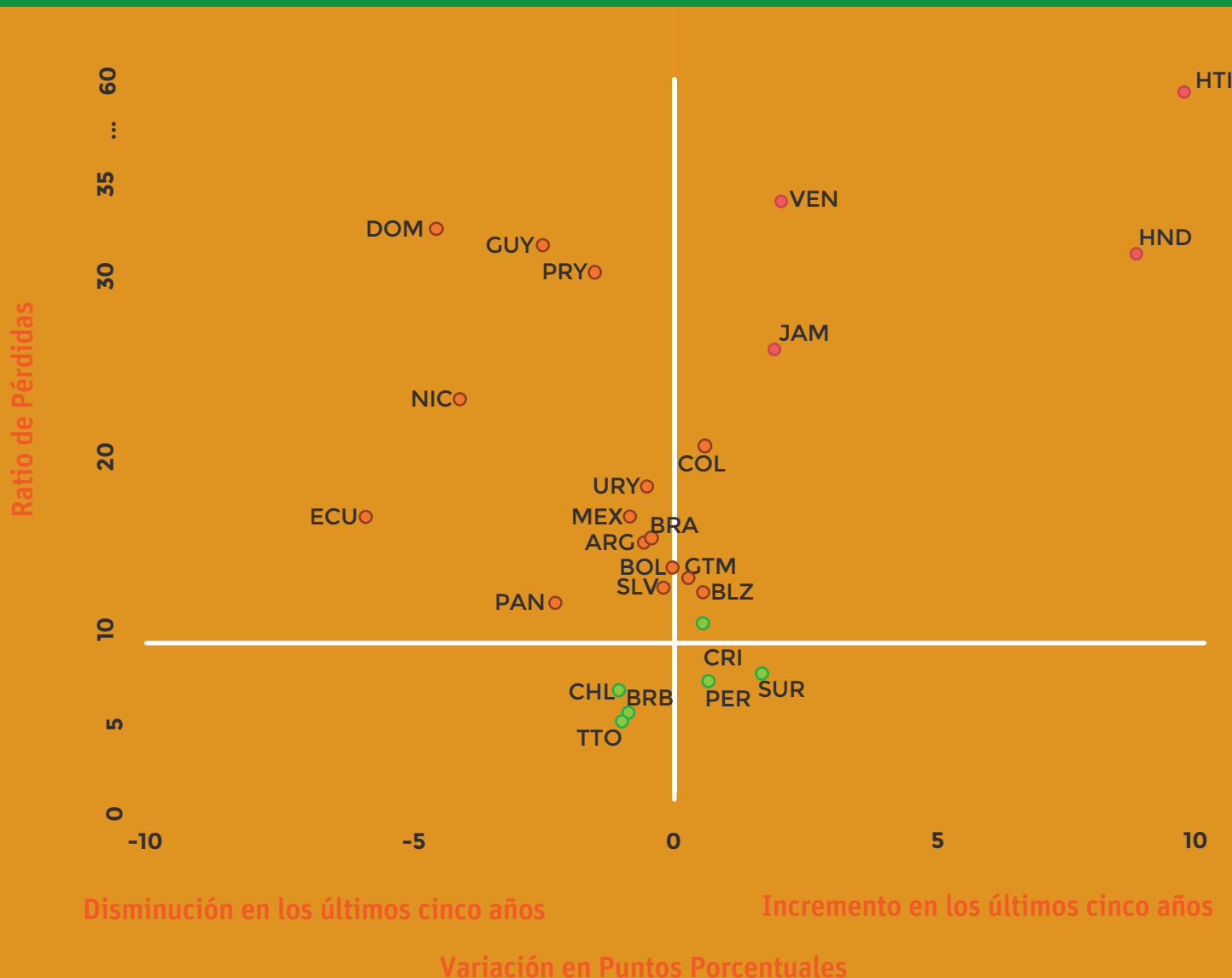
Por último, los países en el cuadrante superior derecho de la **Figura 8** enfrentan la situación más difícil, con niveles de pérdidas altos que se han incrementado en los últimos años.

13 Heterogeneidad que considera características como geografía, diferencias en la matriz energética y participación privada en el sector y niveles de ingreso, entre otras, privada en el sector y niveles de ingreso, entre otras.

Figura

Cambios recientes de las pérdidas de electricidad en América Latina y el Caribe
(En porcentaje)

8



Nota: La figura presenta el ratio de pérdidas al último año disponible (eje y ~ 2012) y su variación durante los últimos cinco años (eje x). En la mayoría de los países se dispone de datos para el periodo comprendido entre 2008 y 2012 o incluso para periodos más recientes. Dos excepciones son Bahamas, que dispone de datos solo para el año 2010, y Venezuela, con datos para 2010, 2011 y 2012.

Fuente: elaborado por los autores con base en datos de organismos reguladores, empresas de electricidad, CEPAL y EIA

Incluso en aquellos países donde las pérdidas son relativamente bajas, hay empresas distribuidoras que enfrentan retos considerables debido a las condiciones socioeconómicas o geográficas de las zonas que sirven. Por ejemplo, empresas en El Salvador y Perú que prestan el servicio en zonas rurales con baja densidad poblacional registran índices de pérdidas marcadamente superiores al promedio del país. Sin embargo, cabe recalcar que las pérdidas de electricidad pueden concentrarse igualmente en zonas de alta densidad, como en el caso de México y Uruguay.

¿CUÁNTA ELECTRICIDAD SE PERDERÍA EN 2030?

Sin mejoras en la situación actual, las pérdidas anuales de electricidad en ALC podrían llegar a 427 TWh para 2030. De esta cifra global, alrededor de 182 TWh corresponden a pérdidas ubicadas por encima de 10% de la producción total. Este volumen de pérdidas es equivalente a dos veces la energía generada por la central hidroeléctrica más grande de ALC (Itaipú, en Paraguay).

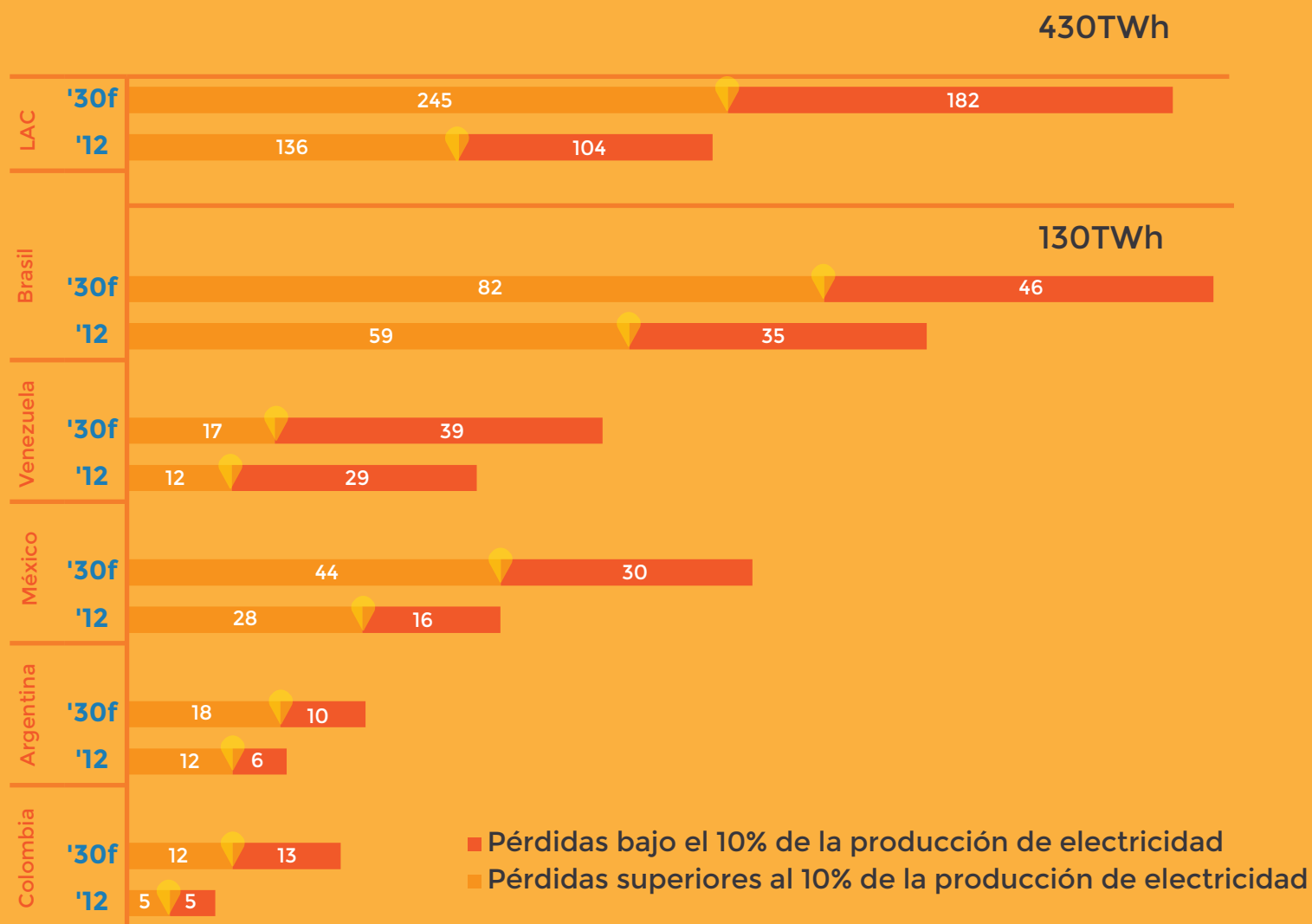
La **Figura 9** presenta estimaciones de las pérdidas de electricidad para el año 2030 en comparación con las pérdidas en el año 2012. Los cinco países incluidos (Argentina, Brasil, Colombia México y Venezuela) representan 80% del consumo de electricidad y 90% de las pérdidas totales en TWh en ALC. Si los ratios de pérdidas se mantienen, estos países perderían cerca de 230 TWh, de los cuales alrededor de 137 TWh serían pérdidas por encima de 10% de la producción total de electricidad (barra naranja).

Figura

9

Si no hubiese mejoras en el escenario actual ¿Cuánta electricidad se perdería en el 2030?

(Pérdidas estimadas para el año 2030 comparadas con 2012)



Nota: f indica las estimaciones de las pérdidas en el año 2030 basadas en la previsión de consumo de electricidad de BEJS (de próxima publicación). Las pérdidas para el año 2030 se calculan manteniendo la misma proporción de las pérdidas en el período 2007-2011. Fuente: elaborado por los autores con base en datos de organismos reguladores, empresas de electricidad, CEPAL y EIA.

¿DONDE OCURREN LAS PÉRDIDAS DE ELECTRICIDAD?

Por subsector,¹⁴ las pérdidas se concentran principalmente en la distribución. Estas pérdidas explican alrededor de 80% del total registrado en los 15 países de ALC con información disponible. Las pérdidas de transmisión, por otro lado, son relativamente bajas, y van desde 1.6% en Bolivia a 3.7% en Honduras. La excepción es Paraguay, donde 8% de las pérdidas ocurren en la transmisión.

En el caso de Paraguay destacan serias deficiencias relacionadas principalmente con la capacidad de transmisión desde las fuentes de generación hacia los centros de consumo. El aumento de la demanda, las sobrecargas estacionales y las registradas durante las horas pico han agravado las fallas en este sistema. En colaboración con otras fuentes de financiamiento internacional, el BID apoya el Programa Multifase de Transmisión de Energía para mejorar las líneas de transmisión y subestaciones, incluyendo la instalación de la primera línea de alta tensión de 500 KV.

Como se muestra en la [Figura 10](#), la mayor parte de la electricidad se pierde en el sistema de distribución, debido potencialmente a factores no técnicos. En este sentido, las reducciones en las pérdidas de electricidad significarían una redistribución de los beneficios entre los usuarios finales y las empresas de electricidad.

En contraste, las pérdidas técnicas en la distribución se concentran principalmente en zonas rurales, y representan un desafío para las empresas que prestan servicios en zonas de baja densidad poblacional.

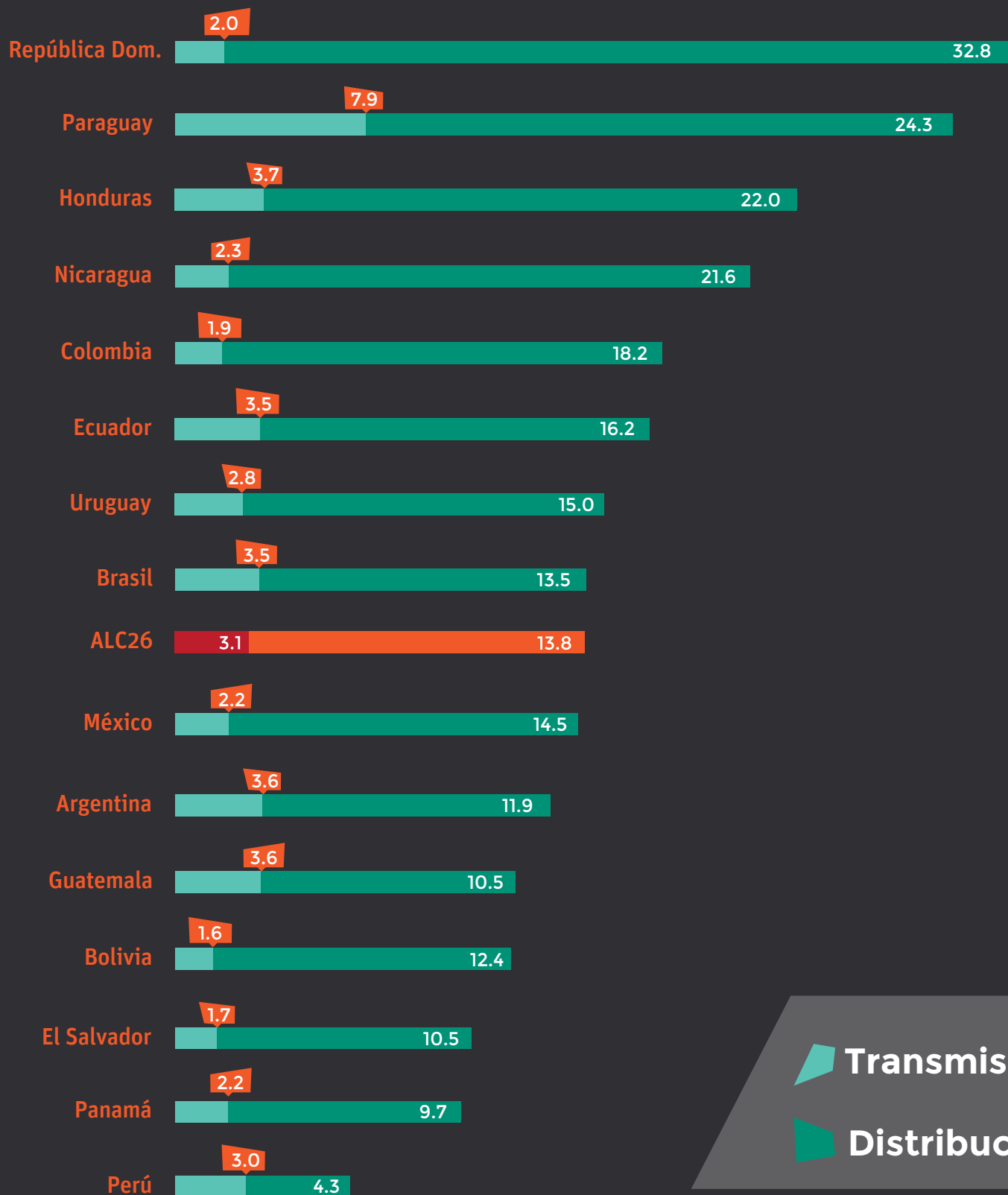
14 Al comparar subsectores entre países es necesario tener en cuenta que las definiciones de tales subsectores varían significativamente. Por ejemplo, en Perú, Argentina y Ecuador, la red transmisión sólo incluye líneas superiores a 130 KV, mientras que en Brasil y México, el subsector de transmisión incluye sólo líneas de voltaje superior 230 KV y 160 KV, respectivamente. En contraste, en países como Bolivia, Paraguay y Nicaragua, la transmisión incluye líneas desde 60-69 KV.

Figura

10

Las pérdidas se concentran principalmente en el sector de distribución

(En porcentaje, promedio disponible de los últimos cinco años)



*La estimación de Brasil se basa en una muestra de las empresas de distribución de electricidad.

Fuente: elaborado por los autores con base en información de organismos reguladores y empresas eléctricas.

¿CUÁL ES EL COSTO FINANCIERO DE LAS PERDIDAS DE ELECTRICIDAD EN ALC?

Los costos financieros de las pérdidas de electricidad son altamente sensibles a los precios con los que son evaluados. Las estimaciones efectuadas indican que los costos de las pérdidas de electricidad en ALC oscilaron entre US \$11 mil millones y US\$17 mil millones en 2012, equivalentes a 0.19% y 0.3% del PBI de la región. La Figura 11 muestra dichas magnitudes como porcentaje del PBI de cada país. Como se observa, el costo de las pérdidas fluctúa entre un mínimo de 0.02 (Argentina) y un máximo de 2.3% (República Dominicana). Estas cifras permiten cuantificar, en términos generales, los ingresos que las empresas eléctricas no están percibiendo por los servicios prestados, y representan un costo de oportunidad considerable de esos recursos. Por ejemplo, las pérdidas financieras anuales son comparables a los gastos de los programas sociales más importantes en la región. En Brasil, las pérdidas representan un costo mínimo estimado de 0.26% del PBI, equivalente a un tercio del presupuesto destinado al programa Bolsa Familia. Del mismo modo, las pérdidas de electricidad en México equivalen a entre 0.12 y 0.3% de su PBI, comparable al presupuesto del programa Oportunidades (que representa alrededor del 0.5% de su PBI).

Esta situación pone en peligro la sostenibilidad financiera de las empresas de electricidad, ya que reduce su capacidad para realizar inversiones y mejorar la infraestructura general del sistema. Asimismo, esta pérdida de ingresos afecta indirectamente los esfuerzos por alcanzar la meta de acceso universal a servicios de energía modernos, en vista de que las empresas públicas de servicios de electricidad (que en gran medida continúan siendo el mecanismo responsable de la extensión de las redes de distribución y la electrificación rural) tienen menos recursos para mejorar el acceso a la electricidad en zonas rurales. Es importante tener en cuenta que alrededor de treinta y un millones de personas aún carecen de acceso a los servicios eléctricos en ALC, con tres millones ubicadas en México; seis millones, en los ocho países del Sistema de Integración Centroamericano; y cuatro millones, en Haití.¹⁵ En estos países las pérdidas de electricidad aún representan un obstáculo al crecimiento inclusivo y una barrera para el logro de los objetivos de la iniciativa de Energía sostenible para todos (SE4ALL, por sus siglas en inglés).

Considerando distintos períodos y métodos de valuación, los rangos estimados en este reporte incluyen aquellos cálculos reportados por empresas de electricidad y otros organismos. Por ejemplo, en Uruguay se estima que las pérdidas no-técnicas representaron alrededor de US\$80 millones en 2010.¹⁶ En Honduras, la CEPAL estima que una disminución de las pérdidas (técnicas y no-técnicas) a un nivel de 12% representaría ingresos anuales adicionales de US\$135 millones, recursos suficientes para cubrir las necesidades de inversión en distribución, transmisión y generación, así como inversiones para alcanzar las metas de acceso universal a electricidad.¹⁵

¹⁵ Esta referencia fue proporcionada por la Unidad de Energía y Recursos Naturales de la CEPAL. Las pérdidas de electricidad fueron valoradas a US\$10 por MWh. En contraste, las valoraciones presentadas en este reporte toman promedios (al año 2012) de los precios residenciales, industriales y comerciales de US\$14.5, US\$20.7 y US\$23.9 por MWh, respectivamente.

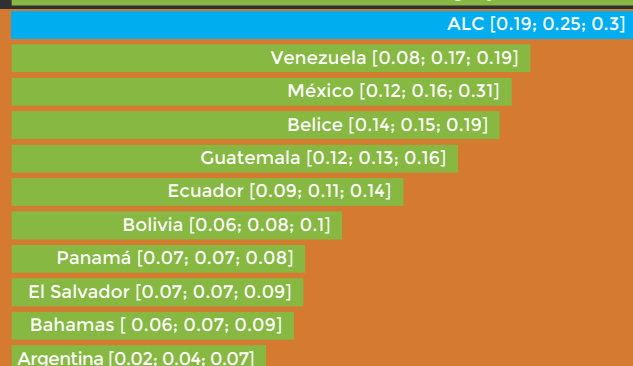
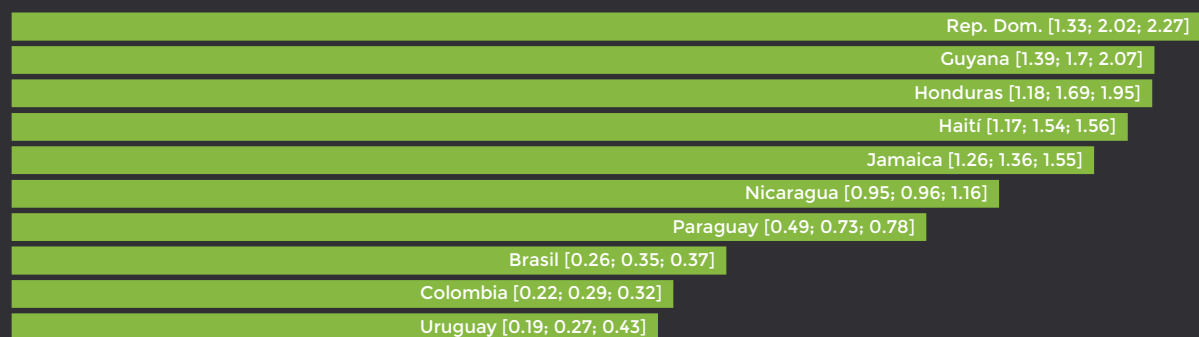
¹⁶ Véase UTE (2010).

Figura

Costo de las pérdidas de electricidad en los países de América Latina y el Caribe

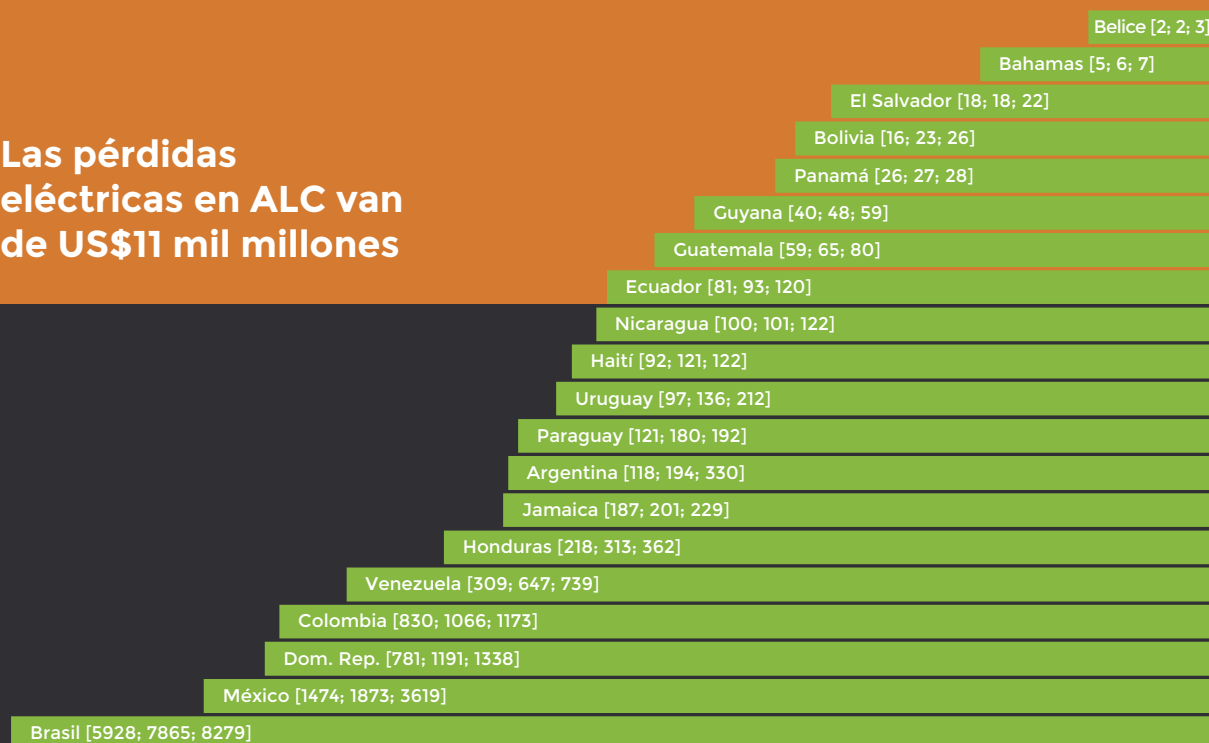
(Información al 2012, se consideran solo pérdidas superiores al 10% de la producción total de electricidad)

11



Las pérdidas de electricidad representan entre 0.19% y 0.3% del PBI de la Region

Las pérdidas eléctricas en ALC van de US\$11 mil millones



A fin de estimar los costos financieros en el presente reporte se asignaron valores a las pérdidas tomando como base los precios de la electricidad residencial, industrial y comercial de cada país. Los precios mínimo, promedio y máximo de cada uno fueron utilizados para calcular el rango de costos presentado en la [Figura 11](#). Estos valores son estimados a partir de los gigavatios-hora (GWh) perdidos por encima de 10% de la producción total disponible para el mercado interno. Aun cuando este método representa una simplificación, nos permite estimar la magnitud de las pérdidas financieras generadas principalmente en la distribución. Las valoraciones más precisas podrían tener en consideración los factores de pérdidas específicos de cada país y distinguir entre pérdidas técnicas y no-técnicas en cada una de las fases del flujo del sistema eléctrico. Los métodos alternativos para valorar las pérdidas eléctricas incluyen las siguientes consideraciones:

- ✦ Los valores de las pérdidas pueden basarse en los costos marginales de generación y transporte de electricidad. Es decir, podrían ser valorados con relación a los costos de generación y transporte, teniendo en cuenta la tecnología utilizada para la producción.
- ✦ También podrían valorarse utilizando los precios de los mercados de intercambio de energía. Una ventaja de este enfoque es que los precios reflejarían el valor económico de la energía, e incluirían las preferencias de los agentes y el balance entre oferta y demanda.
- ✦ Como ocurre en el presente documento, el costo de las pérdidas podría estar basado en los precios al consumidor final. Dependiendo del tipo de pérdida, los precios podrían tener en cuenta los márgenes del proveedor. En particular, en el caso de pérdidas técnicas en el subsector de distribución los precios podrían basarse en el margen neto del proveedor.

Consideraciones adicionales sobre la valoración de las pérdidas eléctricas:

- ✦ El costo de las pérdidas puede incrementarse significativamente si son valuadas a costos marginales de generación durante periodos de alto consumo. En particular, el costo de las pérdidas es relativamente mayor en aquellos países donde la matriz de generación depende en gran medida de combustibles fósiles.
- ✦ Además de los costos de generación, las pérdidas imponen costos de transmisión adicionales vinculados principalmente al grado de eficiencia del sistema de transmisión.
- ✦ Generalmente, los costos ambientales no están internalizados en los precios de la electricidad o en los costos de generación. Como se mencionó, dichos costos están relacionados principalmente a las emisiones de CO₂ que ocurren durante el proceso de generación. Considerar tales costos ambientales proporcionaría un valor económico y social al problema de las pérdidas de electricidad.



4 CONSIDERACIONES FINALES



El presente reporte dimensiona el problema de pérdidas de electricidad en los sistemas de transmisión y distribución de ALC, cuantificando su severidad en 26 países de la región. Las estimaciones muestran que la región presenta, en promedio, pérdidas anuales de 17%, uno de los porcentajes más altos a nivel mundial. Aproximadamente la mitad de los países analizados exhiben pérdidas superiores a este promedio. Después de descontar un nivel conservador de pérdidas técnicas, este ratio se traduce en 100 TWh perdidos (a 2012), lo cual representa costos financieros de entre US\$11 mil millones y US\$17 mil millones. Sin reducciones significativas en este ratio, como ha sido el caso durante las últimas tres décadas, para 2030 las pérdidas podrían alcanzar niveles de alrededor de 182 TWh.

Se ha enfatizado que las pérdidas tienen un impacto importante tanto desde el punto de vista de la oferta como de la demanda de electricidad. Con respecto a la oferta, una reducción de las pérdidas técnicas implicaría ganancias en la eficiencia del sistema de electricidad, ayudando a reducir la generación requerida para satisfacer la demanda y conllevando beneficios ambientales significativos. En cuanto a la demanda, las pérdidas no-técnicas son sinónimo de consumo no pagado y fomentan potencialmente un consumo excesivo de electricidad que debe ser atendido por el sistema. Desde un enfoque empresarial, las mejoras en los niveles de pérdidas contribuirían directamente a incrementar la sostenibilidad financiera de las empresas de electricidad, como resultado principalmente de un aumento en los niveles de facturación, así como de una disminución de costos asociada a mejoras en la capacidad de inversión.

Más allá del argumento de eficiencia; se destaca la relevancia de que aquellas medidas destinadas a reducir las pérdidas comerciales consideren también sus impactos distributivos y en particular sus efectos sobre el bienestar de los usuarios de bajos ingresos. A fin de garantizar niveles adecuados de accesibilidad y capacidad de pago del servicio, se podrían introducir subsidios a la demanda, adecuadamente focalizados. La reducción de las pérdidas no-técnicas representaría una reasignación de los ingresos y beneficios entre un grupo de consumidores finales y las empresas eléctricas. El balance neto dependería de las causas de las pérdidas no-técnicas y de las características de los consumidores.

Agenda de Investigación

¿Cómo reducir las pérdidas de electricidad? En línea con la estrategia y las políticas del Departamento de Infraestructura del BID (2013, 2014), este reporte es un esfuerzo por contribuir al monitoreo y análisis de las pérdidas de electricidad en ALC. Como próximos pasos, se espera construir sobre las experiencias y los esfuerzos de los países de ALC, con el fin de identificar mejores prácticas, oportunidades de superación y las áreas donde se deben focalizar los mayores esfuerzos. En este contexto algunos de los temas que se podrían abordar en una serie de estudios subsecuente incluyen:

- ✦ Entender las principales causas y consecuencias de las pérdidas de electricidad y, sobre la base de criterios comparables, efectuar su monitoreo diferenciándolas entre pérdidas técnicas y no-técnicas.

- ✦ Analizar las experiencias de los países y empresas eléctricas en el tratamiento de las pérdidas, teniendo en cuenta elementos tales como precios de la electricidad, gobierno corporativo, necesidades de inversión y balance costo-beneficio de las medidas de reducción de pérdidas. En este sentido, los estudios de caso representan una fuente valiosa de información para evaluar el desempeño de medidas específicas, así como de las innovaciones (redes y medidores inteligentes y generación distribuida, entre otras).

- ✦ Conducir un análisis comprensivo costo-beneficio que incluya, además de los efectos directos de las pérdidas, externalidades asociadas como efectos ambientales y su impacto a largo plazo sobre el desempeño del sector (expansión de la red, precios de la electricidad y las inversiones).

- ✦ Identificar la magnitud de cada causa de pérdidas eléctricas, tanto técnicas como no-técnicas. Las pérdidas de tipo no-técnico parecen responder esencialmente a condiciones económicas externas a los sistemas eléctricos y por ello su solución no puede ignorar el impacto sobre los clientes de bajos ingresos diseñando sistemas efectivos de subsidios o tarifas sociales.

Finalmente, se destaca que los aspectos del comportamiento e incentivos de los usuarios no han sido analizados con suficiente profundidad en la literatura, aun cuando deberían constituir un componente esencial en el diseño y selección de políticas e intervenciones efectivas. En particular, se percibe la ausencia de literatura empírica que analice la relación causal entre causas y efectos de las pérdidas. Este tema resulta especialmente relevante en el caso de las pérdidas no-técnicas, y puede abordar preguntas como: i) ¿Los incrementos en los precios de la electricidad aumentan la probabilidad de robo/fraude de electricidad?; ii) ¿Cómo responden los patrones de consumo a una medición deficiente del servicio?; y iii) ¿Cómo responden los patrones de robo y/o fraude a cambios en la calidad del servicio?

Referencias

Balza, L., R. Jiménez, R. Espinasa y T. Serebrisky (BEJS), “How Much Energy for LAC? Sweet Dreams and Bitter Realities”. Inter-American Development Bank; por publicarse.

Balza, L., R. Jiménez, y J. Mercado (BJM), “Privatization, Institutional Reform, and Performance in the Latin American Electricity Sector”. IDB Technical Note TN-599. Inter-American Development Bank, Washington, DC, 2013.

Bentancur, D., F. Bianco, F. Boions y M. Rey (BBBR), “Beneficios por reducción de pérdidas eléctricas en la red de distribución al adoptarse niveles de tensión superiores en la media tensión”. Revista CIER No. 56. Comisión de Integración Energética Regional, Montevideo, 2010.

Colegio de Ingenieros Civiles de México (CICM), Estudio de integración de proyectos de infraestructura, Tomo I. México, 2011. Economic Commission on Latin America and the Caribbean (ECLAC), Centroamérica: estadísticas del sub-sector eléctrico. Natural Resources and Energy Unit. ECLAC, Santiago, 2010, 2011, 2012.

Elizalde, A. y R. Jiménez, “Key Drivers of Electricity Losses in Power Systems: Experiences and Lessons in Latin America”. Ponencia presentada en el XXII Congreso Mundial de la Energía, 2013.

Inter-American Development Bank (IDB), Public Utilities Policy. Inter-American Development Bank, Washington, DC, 2013.

Inter-American Development Bank (IDB), Sustainable Infrastructure for Competitiveness and Inclusive Growth. IDB Infrastructure Strategy. Inter-American Development Bank, Washington, DC, 2014.

International Energy Agency (IEA), World Energy Outlook. París: International Energy Agency, 2012.

Jamil, F., “On the Electricity Shortage, Price and Electricity Theft Nexus”. Energy Policy 54, 2013, pp. 267–272.

Office of Gas and Electricity Markets (Ofgem), Electricity Distribution Losses. A Consultation Document. 2003.

Office of Gas and Electricity Markets (Ofgem), “Electricity Distribution System Losses. Non-Technical Overview”. Documento preparado para la Ofgem por Sohn Associates Limited, 2009. Disponible en: <https://www.ofgem.gov.uk/publications-and-updates/electricity-distribution-systems-losses-non-technical-overview>.

Pinzón, I., M. Garzón, G. Guerrero, M. Salgado, D. Salgado, M. González, J. Bedoya y O. Piñeros (PGGSGBP), “Metodología para el cálculo de pérdidas técnicas en circuitos radiales con alta dispersión de clientes en áreas rurales”. Revista CIER No. 55. Comisión de Integración Energética Regional, Montevideo, 2010.

SENER, Prospectiva del sector eléctrico 2013-2017. Secretaría de Energía, México, 2013.

Smith, T., “Electricity Theft: A Comparative Analysis”. Energy Policy 32 (18), 2004, pp. 2067–2076.

World Bank, “Reducing Technical and Non-Technical Losses in the Power Sector. Background Paper for the World Bank Group Energy Sector Strategy”. World Bank, Washington, DC., 2009.

Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE), Hurto de energía eléctrica en Uruguay. 2010.

