olade ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE ENERGÍA

Volumen I. Número 2. Diciembre, 2017
ISSN 2602-8042

enerLAC

Revista de Energía de Latinoamérica y el Caribe

Fotografía de la portada ©ICE, Dirección Comunicación e Identidad Corporativa, Parque Eólico Tejona
Fotografías solicitadas por - OLADE.
Autor artístico, fotógrafo: Jimmy Arriola Barrantes.

© Copyright Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) 2017. Todos los derechos reservados.

www.olade.org
enerlac@olade.org
(+593 2) 2598-122 / 2598-280 / 2597-995 / 2599-489
Quito, Ecuador

COMITÉ EDITORIAL
Alfonso Blanco
SECRETARIO EJECUTIVO

Andrés Schuschny
DIRECTOR DE ESTUDIOS, PROYECTOS E INFORMACIÓN

Pablo Garcés
ASESOR TÉCNICO

Martha Vides L.
ESPECIALISTA PRINCIPAL DE HIDROCARBUROS

Alexandra Arias
ESPECIALISTA PRINCIPAL DE ELECTRICIDAD

Blanca Guanocunga
BIBLIOTECARIA

COORDINADOR@S DE LA EDICIÓN
Alfonso Blanco
DIRECTOR

Pablo Garcés
EDITOR

Andrés Schuschny, Martha Vides L.
REVISORES

Las ideas expresadas en este documento son responsabilidad de los autores y no comprometen a las organizaciones mencionadas.

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN
Ana María Arroyo
CONSULTORA DE DISEÑO GRÁFICO

COLABORADORES:
Un agradecimiento al Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables, Ecuador por el apoyo brindado en esta edición; y a *Jaime Martí*, Investigador CIMNE (*International Center for Numerical Methods in Engineering*); *Ricardo Narváez*, Subdirector Técnico del INER (Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables, Ecuador); *Alberto Reyes*, Investigador INEEL (Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias, México); *Javier Martínez*, Profesor en la UISEK (Universidad Internacional SEK, Ecuador).

Marysol Materán, Consultora de Investigación

ANÁLISIS DE INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO DEL ECUADOR

Verónica Guayanlema[1], Luis Fernández[2], Karla Arias[3]

Recibido: 27/sep/2017 y Aceptado: 26/oct/2017
ENERLAC. Volumen I. Número 2. Diciembre, 2017 (121-139).

[1] Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER), Master en Energías Renovables y Sostenibilidad Energética, Investigadora. veronica.guayanlema@iner.gob.ec

[2] Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER), Ingeniero mecánico, analista técnico. luis.fernandez@iner.gob.ec

[3] Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER), Master en Ambiente, Economía y Política. michell.arias.marin@gmail.com

RESUMEN

Ecuador ha implementado varias acciones en el sector energético, por lo que es necesario medir su desempeño aplicando indicadores. El objetivo de este artículo consistió en determinar la evolución y el impacto de acciones realizadas en los últimos 15 años.

En este artículo se presenta la metodología para determinar los principales indicadores energéticos. En base a la disponibilidad de información, se seleccionó los indicadores más representativos y factibles para evaluar el desempeño energético del país para el período 2000-2015. Una vez obtenidos los resultados de las series históricas se analizó su tendencia y se comparó con los países de América del Sur. Finalmente se identificó posibles líneas de acción para mejorar el desarrollo energético.

La principal conclusión, muestra mejoras en la evolución de los indicadores de la oferta de energía, como consecuencia de inversión en proyectos de generación hidroeléctrica. En la actualidad, la matriz eléctrica cuenta con cerca del 50% de energía hidráulica, mejorando la calidad y cantidad de electricidad. En el caso de la demanda de energía es necesario enfocarse en programas de eficiencia energética para mejorar los indicadores que hasta el momento han permanecido constantes.

Palabras Claves: Indicadores Energéticos, Desarrollo Sostenible, Ecuador, Desempeño Energético

ABSTRACT

Ecuador has implemented several actions in the energy sector; for this reason, is necessary to quantify the performance of these actions using indicators. The aim of this paper was to determinate the evolution and impact of the actions implemented. For this purpose, standard energy indicators were calculated and compared with other countries, in addition, there were identified strategies to achieve sustainable development.

This paper shows the methodology to determinate the main energy indicators. The main and feasible indicators were chosen according with available information for 2000 to 2015 period. With the results of historical data, the energy indicators were compared with South America countries. Finally, actions projects were identified in order to improve the energy development.

The main conclusion shows improvements in the evolution of indicators, due to the enhancement of energy supply. The electrical matrix has 50% of hydraulic energy, increasing electricity supply in quality and quantity. It is important to consider that focusing on energy efficiency program will allow improving these indicators.

Keywords: *Energy Indicators, Sustainable Development, Ecuador, Energy Performance, Ecuador*

En el Ecuador el petróleo es la principal fuente de energía primaria. En el 2015, las exportaciones representaron un 74% (198.230 kbbl).

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo sustentable fue definido por la Comisión Brundtland en 1987 como aquel desarrollo económico que satisface las necesidades del presente sin comprometer los recursos de las futuras generaciones (WCED, 1987). Esta definición se formuló ante la preocupación del crecimiento económico que con llevó un uso desmedido de recursos, principalmente energía. Como consecuencia los índices de contaminación en todo el mundo han incrementado, ocasionando impactos negativos para el ambiente y la salud de la población (Ben Abdallah, Belloumi, & De Wolf, 2013).

En este marco, varios autores (Kates, Parris, & Leiserowitz, 2005; Mainali, Pachauri, Rao, & Silveira, 2014; Nicolli & Vona, 2012; Schlör, Fischer, & Hake, 2013; Streimikiene, Ciegis, & Grundey, 2007; Vera & Langlois, 2007) consideran la importancia de medir la evolución de los sistemas energético. Para conocer el diagnóstico del sistema, interacciones, transferencias, dimensiones del desarrollo sustentable y la implicación de decisiones a largo plazo se utilizan indicadores (Vera & Langlois, 2007). En la actualidad, se cuenta con guías metodológicas las cuales relacionan aspectos sociales, económicos, políticos y medioambientales que ayudan a estimar el desempeño energético utilizando indicadores (Streimikiene et al., 2007).

En el caso de la Región de América Latina son pocos los estudios de metodologías para estimación de indicadores energéticos. Por ejemplo, en el caso de México, un estudio evaluó el sector energético durante el periodo de 1990 y 2008, utilizando la metodología desarrollada por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (Sheinbaum-Pardo, Ruiz-Mendoza, & Rodríguez-Padilla, 2012), la cual relaciona los siguientes aspectos:

- Riesgo, vulnerabilidad y restricciones para el desarrollo socioeconómico

• Sesgos inequitativos en el abastecimiento para el desarrollo socioeconómico

• Efectos externos sobre el medio ambiente (CEPAL, 2002).

Los indicadores propuestos en la metodología de CEPAL son una selección de aplicaciones a nivel mundial y en América Latina y están basados en el desarrollo económico principalmente (CEPAL; OLADE-GTZ, 2003). El contar con un banco de indicadores permite evaluar la situación del sistema energético de un país por esta cuestión se vio la importancia de considerar a Ecuador dentro de las características de un economía en desarrollo con un desarrollo alto en su matriz de energía.

Ecuador ha experimentado un constante cambio a nivel de generación de energía eléctrica. Con el fin de abastecer la demanda y cobertura de energía ha incrementado su generación a una tasa medio anual de 5,75% en el período de 2005 al 2015 (MICSE, 2015a). La potencia instalada en 2016 ha incrementado en un 84% para el caso de la hidroenergía en comparación a 2015(MICSE, 2016). Lo que indica en términos generales un incremento del 37% del total de potencia efectiva del país. En cuanto a la generación de electricidad con energía hidráulica en el 2015 ha llegado a ser del 49%, por lo se evidencia un crecimiento de esta fuente de energía limpia (MICSE, 2015a).

Con este antecedente, se identificó la necesidad de determinar el impacto de los cambios en esta matriz energética y cómo han afectado la generación y oferta de electricidad en el país(SENPLADES, 2013). A la vez, la determinación de indicadores permitirá evaluar los objetivos de la planificación de un país, una región o una ciudad.

La sistematización de la información energética depende de la disponibilidad de información (Hook, Janouska, & Moldan, 2016). En este estudio se calculó los indicadores energéticos que se ajusten al sistema energético ecuatoriano utilizando la metodología propuesta por CEPAL.

El artículo se divide en cuatro secciones. En la primera sección se presenta la información que se refleja en los indicadores de eficiencia energética, en la segunda sección la metodología para su estimación, las dos últimas secciones presentan los resultados y las conclusiones con un análisis de los resultados obtenidos al comparar la evolución de indicadores en los años 2000-2015.

2. POLÍTICA ENERGÉTICA ECUATORIANA

2.1 Planificación energética ecuatoriana

El desarrollo del Ecuador se ha basado en los objetivos de desarrollo sostenible que se detallan en el plan nacional de desarrollo conocido como Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 (PNBV). Este instrumento de política pública cuenta con doce objetivos estratégicos, el sector energético se alinea a los siguientes:

• **Objetivo 2:** Auspiciar la igualdad, cohesión e integración social y territorial en la diversidad

• **Objetivos 3:** Mejorar la calidad de vida de la población

• **Objetivo 7:** Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global.

• **Objetivo 10:** Impulsar la transformación de la matriz productiva

• **Objetivo 11:** Asegurar la soberanía y eficiencia de los sectores estratégicos par a la transformación industrial y tecnológica (SENPLADES, 2013).

En el país, la planificación energética y el levantamiento de información estadística no han formado parte de líneas estratégicas de desarrollo durante varios años. Ante la falta de estudios, en el año 2013 se inició la elaboración de Balances Energéticos y en 2014 se difunde el Catálogo de Inversiones de los Sectores Estratégicos 2015-2017, el cual considera las oportunidades de inversión, alianzas estratégicas

y otras modalidades de contratación (públicas y/o privadas)por más de 28.745 millones de dólares (Tabla 1) (MICSE, 2015b). Así también, en el 2016, se publicó la Agenda Energética en la cual se establecen políticas de Estado con horizonte de largo plazo y se constituye una hoja de ruta para la articulación integral de los sectores eléctrico e hidrocarburífero bajo una planificación integral (MICSE, 2016a).

Estos instrumentos han permitido una planificación del sector energético, sin embargo, en términos de indicadores, aún no se ha profundizado su análisis.

Tabla 1. Proyectos de inversión para el cambio de la matriz energética y productiva

Área	Proyectos	Monto de inversión (MMUSD)
Industrias Básicas (Aluminio, cobre)	2	3.910
Minería (Exploración)	44	133
Petroleros (Exploración y desarrollo)	21	17.034
Bioenergéticos (bioetanol)	2	1.155
Eléctrico (hidroeléctrciso , geotérmincos)	13	5.786
Hídricos (rehabilitación integral, riego y consumo)	3	727
TOTAL	**85**	**28.745**

Fuente: Elaborado por los autores en base a Catalogo de Inversiones de los sectores Estratégicos (MICSE, 2015b).

2.2 Situación actual del sector energético ecuatoriano

En el Ecuador el petróleo es la principal fuente de energía primaria, en el 2015, las exportaciones representaron un 74% (198.230 kbbl) (MICSE, 2016). Mientras que, en términos de oferta de derivados la limitada capacidad de refinación, ha generado la necesidad de importar grandes volúmenes de derivados, lo cual representa un alto costo para el país, para atender a subsidios en su comercialización.

Respecto a la oferta de electricidad (Figura 1, en la siguiente página), la generación con hidroenergía incrementó 49% (13.096 GWh), y la energía térmica redujo 2% respecto al 2014, representando un 47% (11.458 GWh). Cabe destacar que muchos proyectos renovables, ya se han instalado generando 512 GWh, es decir, cerca 100 GWh más que el 2014 (MICSE, 2016).

Para el caso de la demanda (Figura 2, en la siguiente página) para 2015, el transporte consumió el 46%, la industria un 19% y la construcción un 11%, del total de la energía, siendo estos los principales (MICSE, 2016). Estas tendencias resaltan la importancia del sector transporte, ya que a la vez, en términos de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), el transporte en el Ecuador en el 2010 emitió 45% de las emisiones totales (Ministerio del Ambiente, 2016). Esto nos da un primer indicio de la importancia de aplicar medidas de eficiencia energética en el transporte y la industria.

Figura 1. Generación de electricidad, GWh

Fuente: Elaborado por los autores en base al Balance Energético Nacional 2016 (MICSE, 2016)

Figura 2. Demanda de Energía por sectores económicos

Fuente: Elaborador por los autores en base al Balance Energético Nacional 2016 (MICSE, 2016)

2.3 Indicadores Energéticos

En la Cumbre Mundial del Desarrollo Sostenible realizada en el 2002 en Johannesburgo, se estableció la formulación de objetivos de desarrollo sostenible; a pesar que antes, en la Cumbre de la Tierra en 1992 ya se reconoció la importancia del rol que juegan los indicadores para la toma de decisiones respecto al desarrollo sustentable (Kemmler & Spreng, 2007).

Por esta razón en el 2005 se elaboró las guías metodológicas "Indicadores para un desarrollo energético sostenible" a cargo de la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA). Esta metodología presentó un banco de 30 indicadores ideales para analizar la situación de un país (OECD/IEA, 2014). De estos indicadores CEPAL, ha identificado los más representativos para América Latina. Para la elaboración de este artículo se selección los indicadores que se ajustan al contexto ecuatoriano en bases a la metodología de CEPAL y de la AIEA.

Los indicadores se pueden realizar una comparación entre la situación de diferentes países y permiten realizar estudios sobre la evolución histórica de las diferentes variables energéticas en el Ecuador(CEPAL, 2002).

3. METODOLOGÍA

3.1 Indicadores energéticos metodología CEPAL

CEPAL, junto con OLADE y la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ) han elaborado un banco de indicadores para la región de América Latina y el Caribe, publicados en el documento "Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe" (CEPAL; OLADE-GTZ, 2003). Este instrumento es una guía metodológica con elementos básicos para identificar y formular políticas energéticas que conduzcan a un desarrollo sustentable. El informe representa ocho indicadores como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Indicadores seleccionados de sustentabilidad energética

Indicador	Alta sustentabilidad se relaciona con:	Responde a objetivos:
Autarquía energética	Baja participación de las importaciones en la oferta energética	• Seguridad del abastecimiento externo • Sostenimiento del espacio de maniobra para la política (alto grado de independencia política) • Reducción del riesgo de desequilibrio en el balance de pagos
Robustez frente a cambios externos	Baja contribución de las exportaciones energéticas al PIB	• Flujos estables de ingresos de las exportaciones • Menor peso de ingresos variables en el presupuesto • Reducción del riesgo de desequilibrio en el balance de pagos

(continúa en la siguiente página)

Indicador	Alta sustentabilidad se relaciona con:	Responde a objetivos:
Productividad energética	Alto PIB por unidad de energía	• Eficiencia productiva y energética • Financiamiento suficiente (por reducción de necesidades de inversión) • Reducción de costos del suministro energético • Abastecimiento suficiente (por menor demanda) • Mejor calidad del aire • Reducción de emisiones de GEI • Extensión de alcance de los recursos no renovables
Cobertura eléctrica	Alto porcentaje de hogares electrificados	• Diversidad del mix energético • Abastecimiento suficiente • Acceso a energéticos modernos y productivos • Abastecimiento de servicios sociales
Cobertura de necesidades energéticas básica	Suficiente consumo de energía útil residencial	• Satisfacción de necesidades básicas • Diversificación del mix energético • Manejo sostenible de la leña
Pureza relativa del uso de energía	Bajos niveles de emisiones	• Mejor calidad del aire • Reducción de emisiones de GEI
Uso de energías renovables	Alta participación de energías renovables en la oferta energética	• Mejor calidad del aire • Reducción de emisiones de GEI
Alcance recursos fósiles y leña	Alto nivel de relación reservas/producción de energéticos fósiles y leña	• Extensión del alcance de recursos al largo plazo • Seguridad de suministro a largo plazo • Mantenimiento de un mínimo de patrimonio natural

Fuente: CEPAL, OLADE, GTZ, 2001

El estudio del caso de México, se adaptó fácilmente a estos indicadores, por la información que se maneja en el sector se logró estimar los ocho indicadores (Sheinbaum-Pardo et al., 2012), lo cual no sucede con Ecuador. Para el contexto ecuatoriano se determinó seis indicadores de los ocho. El indicador de cobertura de necesidades energéticas básicas no se calculó ya que requiere información de consumo de electricidad por fuente no determinada en el país; igualmente el indicador de alcance de recursos fósiles y leña puesto que los datos oficiales de reservas de petróleo al momento no han sido actualizados.

3.2 Indicadores para Ecuador

El cálculo de indicadores inició con la recopilación de datos energéticos y económicos. El Ministerio

Coordinador de Sectores Estratégicos (MICSE) a través del Balance Energético Nacional proporcionó la información estadística del sector para el periodo 2000-2015. La información de variables económicas se obtuvo en base a las estadísticas macroeconómicas publicadas por el Banco Central del Ecuador (BCE).

Debido a la disponibilidad de información en este artículo se calculó los siguientes indicadores: autarquía energética, robustez frente a cambios externos, productividad energética, cobertura eléctrica, pureza relativa del uso de energía y el uso de energía renovable.

La autarquía energética, se calculó al dividir la importación de energía sobre la producción más las importaciones de energía, como se indica en la ecuación (1). Este indicador demuestra el peso de las importaciones en la matriz energética de un país.

$$EA_i = \frac{IE_i}{OIB_i} \qquad (1)$$

Dónde:

EAi: Autarquía energética en el año i

IEi: Importaciones de energía en el año i

OIBi: Oferta interna bruta de energía en el año i

A continuación, se determinó la robustez frente a cambios externos, representa la estabilidad de un país frente a los cambios de precios o problemas de las exportaciones de energéticos. Como indica la ecuación (2), su cálculo resulta de la razón entre las exportaciones de energéticos sobre el Producto Interno Bruto (PIB).

$$ER_i = \frac{EE_i}{PIB_i} \qquad (2)$$

Dónde:

ERi: Robustez frente a cambios externos en el año i

EEi: Exportaciones de energía en el año i

PIBi: Producto interno Bruto en el año i

La productividad energética es conocida como la inversa del indicador de intensidad energética (Ecuación 3). Este indicador muestra el valor de PIB necesario para generar una unidad de energía. En términos matemáticos el consumo final de energía será la suma entre el consumo final de los sub sectores económicos (residencial, transporte, industria, servicios públicos, agricultura, comercial) más el consumo propio o autoconsumo en el sector energético.

$$EP_i = \frac{PIB_i}{TFC_i} \qquad (3)$$

Dónde:

EPi: Productividad energética en el año i

PIBi: Producto interno bruto en el año i

TFCi: Consumo final total de energía en el año i

El indicador de cobertura eléctrica, representa el porcentaje de hogares totales conectados a la red eléctrica. Se determinó por la relación entre el número de hogares conectados a la red eléctrica sobre el total de hogares de un país. En el caso de Ecuador se utilizó el porcentaje ya calculado por la Agencia de Regulación y Control de la Electricidad (ARCONEL), presentado en sus publicaciones "Estadística del Sector Eléctrico Ecuatoriano".

Respecto a la pureza relativa, es la relación entre las emisiones de GEI y el consumo final de energía (ecuación (4). Ecuador cuenta con inventarios de GEI hasta el año 2010, para estimar las emisiones se utilizó el método del TIR 1 de las Guías metodológicas elaboradas por el IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) 2006.

$$RP_i = \frac{GHGE_i}{EC_i} \quad (4)$$

Dónde:

RPi: Pureza relativa al uso de la energía en el año i

GHGEi: Total de emisiones de gases de efecto invernadero en el año i

ECi: Consumo energético en el año i

El uso de energías renovables se calculó utilizando la relación de la oferta de energía renovable con respecto a la oferta total de energía. Lo cual permitió mostrar el porcentaje de la matriz energética del país que utiliza energía renovable (Ecuación (5).

$$RE_i = \frac{ERS_i}{ES_i} \quad (5)$$

Dónde:

REi: Uso de energía renovables en el año i

ERSi: Oferta de energía renovable en el año i

ESi: Oferta de energía total en el año i

3.3 Normalización de datos

Para establecer una comparación entre indicadores se requiere homogenizar a una unidad común. De acuerdo a la metodología de CEPAL, 2001, recomienda utilizar normalización lineal con los factores máximos y mínimos que se muestran en la Tabla 3 (en la siguiente página).

Para normalizar los valores obtenidos en los indicadores se utilizó la ecuación (6).

$$z = \frac{x - min(x)}{max(x) - min(x)} \quad (6)$$

Las variables min y máx. indican el valor máximo o mínimo que pueden tener estos valores, para ser normalizados.

4. RESULTADOS

El estudio presenta una actualización de indicadores en el Ecuador, los Balance Energéticos ya muestran estos indicadores (MICSE, 2016); sin embargo, el análisis, las implicaciones y la metodología no han sido definidas al momento. A continuación se detallan los resultados obtenidos con la metodología utilizada.

La autarquía energética, llegó a su valor más alto de 88,18% (Figura 3) en el año 2000, lo que refleja una disminución en la capacidad de autoabastecerse de energía, debido al aumento de la demanda, ante un constante crecimiento demográfico y económico. Para el caso de la oferta, la infraestructura para producir derivados se ha mantenido, por lo que, en el año 2015, la autarquía alcanzó 56,23%, lo que significa que las importaciones aumentaron, por los cierres parciales de la Refinería Estatal de Esmeraldas (REE) para su repotenciación en los años 2014-2015. La principal implicación de esta situación es el alto costo que el estado ha cubierto en los subsidios, por ejemplo en el 2013 el gasto de importaciones por derivados (GLP, gasolina y diesel) fue de un total de 5.648,16 millones de dólares (Espinoza & Guayanlema, 2017), conllevando un déficit presupuestario alto.

Tabla 3. Parámetros de Normalización de Indicadores

Indicador	**Normalización**
Autarquía energética	0 = 100% 1 = 0%
Robustez frente a los cambios externos	0 = 14 bep / 1000 US$ 1 = 1 bep / 1000 US$
Productividad energética	0= US$ / bep 1 = 1000 US$ / bep
Cobertura eléctrica	0 = 0% 1 = 100%
Pureza relativa del uso de la energía	0 = > = 1,0 t/bep 1 = < = 0,3 t / bep
Uso de energía renovable	0 = 0% 1 = > = 50%

Fuente: CEPAL, 2001

Figura 3. Autarquía Energética de Ecuador

Fuente: Elaborado por los autores

El indicador de robustez, ha incrementado desde 2004 (Figura 4), lo cual indica una reducción en la vulnerabilidad de las exportaciones ante cambios externos. La tendencia creciente de este indicador se debe al crecimiento del PIB comparado con el ingreso por exportaciones energéticas.

Los valores casi constantes de los años 2011, 2012, 2013 son debido a la estabilidad de la relación entre los ingresos por exportaciones y el PIB. Los efectos de las crisis internacionales afectaron al indicador en 2014, como consecuencia de la caída de los precios del petróleo de este año. Un estudio realizado por el World Bank identifica cuatro razones para la caída de los precios del petróleo: 1) el exceso de oferta en un momento de debilitamiento de la demanda, 2) un cambio en los objetivos de la OPEP, 3) la disminución de las preocupación en torno a las interrupciones de suministro por causas geopolíticas, y 4) la apreciación del dólar estadounidense (World Bank, 2015). Con esta reducción de precios fue necesario incrementar los volúmenes de exportación para equilibrar los ingresos que se preveía.

En 2015, se continúa con un proceso de recesión económica en el cual el indicador incrementa, sin embargo, los volúmenes de exportación disminuyen de la misma forma que lo hace PIB.

Figura 4. Indicador de robustez frente a cambios externos para Ecuador

Fuente: Elaborado por los autores

La Figura 5, muestra la evolución de la pureza relativa al uso de la energía, con un comportamiento irregular. En el 2000, se originaron 0,461 kt CO_2/KBEP, mientras que en 2015 se alcanzó un valor cercano a 0,468 kt CO_2eq/KBEP. Las emisiones de GEI están directamente relacionadas con el consumo de energía por lo que el indicador es alto para los años de mayor demanda (2005-2007; 2010). Las consecuencias de mantener una tendencia creciente del indicador se traducen en una oportunidad para aplicar medidas de eficiencia energética, nueva tecnología más limpia, sobre todo atendedor al sector transporte que es el que más consume combustibles fósiles.

Para este indicador se recomienda en próximos trabajos enfocar el análisis separando la parte eléctrica, para estimar el impacto de inversión de los proyectos hidroeléctricos; como, por ejemplo: Coca Codo, Sopladora Mandariacu y otras centrales hidroeléctricas cuya potencia suman cerca de 2.181 MW de potencia instalada.

Figura 5. Pureza relativa al uso de la energía en Ecuador

Fuente: Elaborado por los autores

Respeto a la evolución del uso de energía renovable en la matriz energética del Ecuador se presenta en la Figura 6. La matriz energética del Ecuador se ha diversificado con la puesta en marcha de varios 8 proyectos hídricos[1], que incrementaron la capacidad instalada del país en 2819 MW, con una generación de 16.200 GWh en promedio por año (MICSE, 2016). Por otro lado se espera mejoras en el indicador ante esta estructura de producción de electricidad; por ejemplo, los datos reportados para la primera semana del mes de febrero del año 2017 indican un porcentaje de 84,07% de generación renovable[2].

[1] Coca Codo Sinclair (1500 MW), Sopladora (487 MW), Minas San Francisco (270 MW), Toachi Pilatón (254MW), Delsitagua (180 MW), Manduriacu (65 MW), Quijos (50 MW), Mazar Duidas (21 MW).

[2] Información obtenida del sistema de información de ARCONEL (SISDAT).

Por otro lado, la inversión en proyectos con fuentes de renovable no convencionales impulsados, aun no son representativos (No se supera el 3% (MICSE, 2016), por lo cual no se observan cambios en la participación de estas fuentes durante el periodo de análisis. Esta situación implica, considerar proyectos de energías no convencionales, aprovechando el recurso el país[3].

Figura 6. Evolución del uso de energías renovables en el Ecuador

Fuente: Elaborado por los autores

4.1 Evaluación a nivel de América del Sur

Para el análisis comparativo se seleccionaron dos indicadores: intensidad energética y la cobertura eléctrica. Estos indicadores fueron seleccionados en base a la disponibilidad de información obtenida de la plataforma de la OLADE. En la Figura 7, se evalúa la intensidad energética de varios países de América del Sur.

Elevados valores de intensidad energética indican un ineficiencia del país ya que se consume altos volúmenes de energía para producir un PIB bajo, lo ideal es tener valores bajos, para que el PIB sea alto con un consumo bajo de energía.

La cobertura eléctrica (Figura 8), en Ecuador ha mejorado. En los últimos años se ha buscado atender a más zonas rurales, trabajando en planes de electrificación conjuntamente con las comunidades. En términos generales este indicador incremento de 88% en el año 2000 al 97% en el 2015. A nivel de la Región de América del Sur se ha trabajado significativamente en garantizar la cobertura eléctrica a la mayoría de la población, los resultados más notorios son el pises como Colombia, Ecuador, Argentina. Sin embargo en el caso de Ecuador es necesario continuar impulsando estos proyectos, ya que hay una brecha de cerca del 2% por cubrir. La distribución del país hace que haya zonas aisladas sin servicio de electricidad por lo que el uso de sistemas aislados es muy aplicable a estos sistemas.

[3] Potencial eólico (1650 MW), Potencial Geotérmico teórico (650 MWe), Insolación media global (4545 Wh/m2/día), Obtenido del Informe de Energías renovables del Ministerio de Electricidad y Energías Renovable (2015).

Figura 7. Intensidad Energética de los países de América del Sur

Fuente: Elaborado por los autores

Figura 8. Cobertura eléctrica en América del Sur

Fuente: Elaborado por los autores

4.2 Desempeño energético del Ecuador

Una vez aplicada la normalización de cada uno de los indicadores, se los agrupó para dos años de evaluación. Por cuestiones gráficas, los años de análisis considerados fueron 2000 y 2015.

Utilizando la Figura 9, de acuerdo a los indicadores utilizados, la autarquía energética, ha disminuido en aproximadamente 36%, como consecuencia de la dependencia de importaciones, principalmente, en hidrocarburos. Esto implica considerar medidas de eficiencia energética que permitan reducir estas tendencias de consumo. Considerar primero estrategias de eliminación de subsidios es esencial, ya que estos "incentivos no focalizados" son una barrera para aplicar medidas de reducción de consumo de combustibles fósiles.

Así también, se debe considerar y estudiar en el mediano plazo la factibilidad de la implementación de una refinería adicional que incremente la oferta de derivados. El contar con una refinería permite reducir las importaciones y garantizar una mejor seguridad del suministro de energía secundaria.

La problemática internacional como la variación de los precios del petróleo ha ocasionado que la participación de las exportaciones de petróleo disminuya en términos monetarios dentro del PIB del país. Con esta situación se abre una ventana para un desarrollo que considere otro tipo de recursos, como agrícola, industrial.

En términos generales y de acuerdo a la metodología utilizada, el mayor área indica un mayor acercamiento a un desarrollo sostenible (Claudia, Víctor, & Guillermo, 2009). En base a esto el área del 2000 era mejor a la del 2015. Por lo que es importante considerar medidas de eficiencia energética que mejoren los indicadores como robustez, uso de renovables, autarquía energética y productividad energética. Esta situación implica que el consumo de energía ha crecido con ello las emisiones y por ende problemas de tráfico y contaminación, principalmente en ciudades donde el uso de energía es alto.

Figura 9. Comparación de indicadores energéticos para el Ecuador

Fuente: Elaborado por los autores

5. CONCLUSIONES

A pesar de los esfuerzos y la inversión en el período de estudio, no ha disminuido la dependencia de las importaciones de combustibles fósiles en el país. Para mejorar los indicadores es necesaria la implementación de medidas de eficiencia energética en corto plazo, principalmente en los sectores de consumo.

El análisis e interpretación de los indicadores energéticos debe ser realizado dentro del contexto de las prioridades de energía y desarrollo sustentable de cada país. Los indicadores seleccionados en este estudio son representativos para cualquier país y permiten una evaluación adecuada del sector energético. Sin embargo, desagregar por sector económico permitirá identificar el sector que requiere atención inmediata. Próximos estudios deben considerar una mejor desagregación, o iniciar con un proceso de recopilación de información más detallado que en el caso de este artículo son una barrera para cumplir con este detalle.

El desarrollo sustentable está dirigido en cuatro diferentes dimensiones: económica, ambiental, social y político-institucional. Las metodologías revisadas hasta el momento no incluyen el componente político-institucional, lo cual indica la necesidad de incluir variable para medir el cumplimiento de las políticas y de los responsables de esta gestión.

REFERENCIAS

Ben Abdallah, K., Belloumi, M., & De Wolf, D. (2013). Indicators for sustainable energy development: A multivariate cointegration and causality analysis from Tunisian road transport sector. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 25, 34–43. https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.03.066

CEPAL. (2002). Indicadores de Sustentabilidad 1990-1999. (CEPA, Ed.), Ingeniare Revista chilena de ingenier (Vol. 17). Santiago de Chile: Naciones Unidas. https://doi.org/10.3989/arbor.2000.i653.1000

CEPAL; OLADE-GTZ. (2003). Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la Formulación de Políticas Energéticas. Cuadernos de la CEPAL.

Claudia, P., Víctor, P., & Guillermo, M. (2009). Política Mexiana e indicadores de sustentabilidad.

Espinoza, S., & Guayanlema, V. (2017). Balance y proyecciones del sistema de subsidios energéticos en Ecuador. In Análisis (pp. 1–28). Friedrich-Ebert-Stiftung. Tomado de: http://library.fes.de/pdf-files/bueros/quito/13648.pdf

Hook, T., Janouska, S., & Moldan, B. (2016). Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators. Ecological Indicators: January 2016; 60: 565-573. Ecological Indicators, January(60), 565–573.

Kates, R. W., Parris, T. M., & Leiserowitz, A. A. (2005). What Is Sustainable Development ? Goals , Indicators , Values , and Practice. Environment, 47(3), 8–21.

Kemmler, A., & Spreng, D. (2007). Energy indicators for tracking sustainability in developing countries. Energy Policy, 35(4), 2466–2480. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.09.006

Mainali, B., Pachauri, S., Rao, N. D., & Silveira, S. (2014). Assessing rural energy sustainability in developing countries. Energy for Sustainable Development, 19(1), 15–28. https://doi.org/10.1016/j.esd.2014.01.008

MICSE. (2015a). Balance Energetico Nacional 2015 (Base 2014). Balance Energetico Nacional, (1). https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

MICSE. (2015b). Catálogo de Inversiones de los Sectores Estratégicos 2015 - 2017. Quito. Tomado de: http://www.sectoresestrategicos.gob.ec/catalogo-de-inversiones/

MICSE. (2016). Agenda Nacional de Energía 2016-2040. Quito. Tomado de: http://www.sectoresestrategicos.gob.ec/agenda-nacional-de-energia-2/

MICSE. (2016). Balance Energético Nacional 2016. Quito. Retrieved from www.sectoresestrategicos.gob.ec

Ministerio del Ambiente. (2016). Primer Informe Bienal de Actualización de Ecuador. Quito. https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2

Nicolli, F., & Vona, F. (2012). The Evolution of Renewable Energy Policy in OECD Countries: Aggregate Indicators and Determinants. Nota Di Lavoro, 51, 40. https://doi.org/10.2139/ssrn.2123094

OECD/IEA. (2014). Energy Efficiency Indicators : Essentials for Policy Making Energy Efficiency Indicators : Essentials for Policy Making.

Schlör, H., Fischer, W., & Hake, J. F. (2013). Methods of measuring sustainable development of the German energy sector. Applied Energy, 101, 172–181. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.05.010

SENPLADES. (2013). Plan Nacional Buen Vivir 2013-2017 Resumen (Primera Ed). Quito: Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. Tomado de: www.buenvivir.gob.ec

Sheinbaum-Pardo, C., Ruiz-Mendoza, B. J., & Rodríguez-Padilla, V. (2012). Mexican energy policy and sustainability indicators. Energy Policy, 46, 278–283. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.03.060

Streimikiene, D., Ciegis, R., & Grundey, D. (2007). Energy indicators for sustainable development in Baltic States. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 11(5), 877–893. https://doi.org/10.1016/j.rser.2005.06.004

Vera, I., & Langlois, L. (2007). Energy indicators for sustainable development. Energy, 32(6), 875–882. https://doi.org/10.1016/j.energy.2006.08.006

WCED. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development : Our Common Future Acronyms and Note on Terminology Chairman â€TM s Foreword. Brundtland.

World Bank. (2015). Global Economic Prospects. Having fisical space and using it, (January), 69–80. Tomado de: http://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/GEP/GEP2015a/pdfs/GEP15a_web_full.pdf