



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
CARRERA DE ECONOMÍA

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Economista

Tesis

“Análisis del aporte de los proyectos hidroeléctricos al cambio de la matriz energética en el Ecuador, periodo: 2013 – 2017”

Autor:

Srta. Vanessa Ivonne Miranda Márquez

Tutor:

Econ. Gabriela Morán Alvarado MBA.

Agosto, 2018

Guayaquil-Ecuador



FACULTAD: CIENCIAS ECONÓMICAS
CARRERA: ECONOMÍA

UNIDAD DE TITULACIÓN



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	"Análisis del aporte de los proyectos hidroeléctricos al cambio de la matriz energética en el Ecuador periodo 2013 – 2017"		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Miranda Márquez Vanessa Ivonne		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Tutora: Econ. Gabriela Morán Alvarado, MBA.		
INSTITUCIÓN:	Universidad de Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	Ciencias Económicas		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:	Economía		
GRADO OBTENIDO:	Economista		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	Agosto, 2018.	No. DE PÁGINAS:	88
ÁREAS TEMÁTICAS:	Cambio de matriz energética, Cambio de matriz productiva, Inversión en sectores estratégicos.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Energía, matriz energética, central hidroeléctrica, economía, desarrollo. Energy, energy matrix, hydroelectric central, economy, development.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):	<p>Dentro del cambio de matriz energética en Ecuador se contemplaron varios proyectos denominados emblemáticos, entre los cuales se encontraba la construcción de ocho centrales hidroeléctricas, por esto es necesario conocer el aporte que han hecho las tres centrales hidroeléctricas ya en funcionamiento a este objetivo. Para la investigación se usó una metodología cuali-cuantitativa, en base a recolección de información a partir de fuentes secundarias (revisión bibliográfica, obtención de datos de diferentes instituciones y organismos nacionales e internacionales y la observación). Entre los resultados se destaca el ahorro económico generado al país debido a la reducción de importaciones de combustibles para la generación de energía y el incremento de las exportaciones de energía; además, del incremento de la generación de energía eléctrica gracias a la operación de la central hidroeléctrica del país, Coca Codo Sinclair. También, se destaca la generación de poco más de 13.000 empleos para nacionales y extranjeros durante la construcción de los proyectos.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0989680625	E-mail: vane_miranda_marquez@hotmail.es	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: ECON. NATALIA ANDRADE MOREIRA, MSc		
	Teléfono: 2293083 Ext. 108		
	E-mail: natalia.andradem@ug.edu.ec		



FACULTAD: CIENCIAS ECONÓMICAS
CARRERA: ECONOMÍA
UNIDAD DE TITULACIÓN

Guayaquil, 3 de septiembre del 2018

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR REVISOR

Habiendo sido nombrado Econ. Luis Gonzaga Sarmiento, tutor revisor del trabajo de titulación “Análisis del aporte de los proyectos hidroeléctricos al cambio de la matriz energética en el Ecuador, periodo: 2013 – 2017” certifico que el presente trabajo de titulación, elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez, con C.I. No. 0952272540, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Economista, en la Carrera/Facultad, ha sido **REVISADO Y APROBADO** en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.

A handwritten signature in blue ink, reading "Luis Gonzaga Sarmiento", written over a horizontal line.

Econ. Luis Gonzaga Sarmiento

C.I. No. 0907426407



FACULTAD: CIENCIAS ECONÓMICAS
CARRERA: ECONOMÍA
UNIDAD DE TITULACIÓN

**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL
USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**

Yo, Vanessa Ivonne Miranda Márquez con C.I. No. 09522727540, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **“Análisis del aporte de los proyectos hidroeléctricos al cambio de la matriz energética en el Ecuador periodo 2013 – 2017”** son de mi absoluta propiedad y responsabilidad Y SEGÚN EL Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo el uso de una licencia gratuita intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la presente obra con fines no académicos, en favor de la Universidad de Guayaquil, para que haga uso del mismo, como fuera pertinente.

Vanessa Ivonne Miranda Márquez

C.I. No. 0952272540

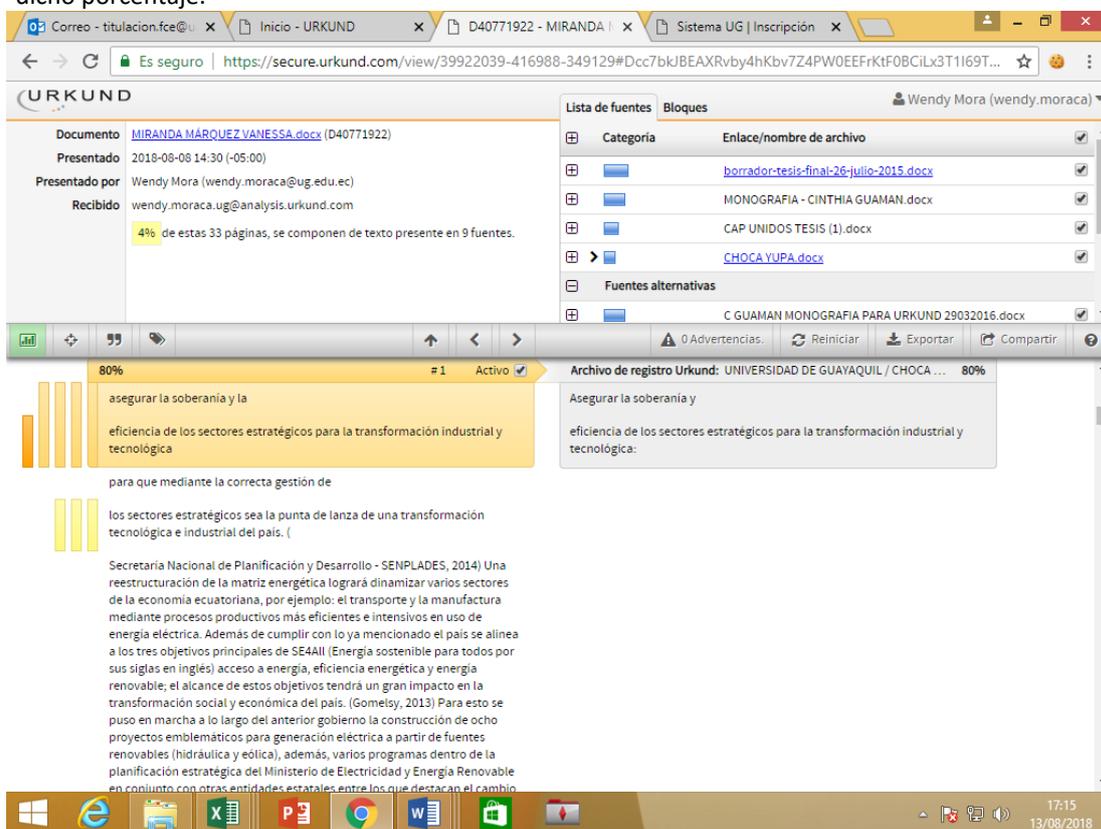
*CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n. 899 - Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos, u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos.

FACULTAD: CIENCIAS ECONÓMICAS
CARRERA: ECONOMÍA
UNIDAD DE TITULACIÓN

CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado(a) tutor(a) del trabajo de titulación **ANÁLISIS DEL APORTE DE LOS PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS EN EL CAMBIO DE LA MATRIZ ENERGÉTICA EN EL ECUADOR PERÍODO 2013 - 2017**, el mismo que certifico, ha sido elaborado por el(la) señor(ita) **Miranda Márquez Vanessa Ivonne, C.C.: 0952272540**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **Economista**.

La Unidad de Titulación informa que el trabajo ha sido revisado en el programa anti plagio URKUND quedando el 4% de coincidencia. La Gestora de Titulación agrega su firma al presente para ratificar dicho porcentaje.



<https://secure.orkund.com/view/39922039-416988-349129#Dcc7bkJBEAXRvby4hKbv7Z4PW0EEFrKtF0BCiLx3T1I69Tme7+N6awSxsvyCRBJFdGIQk1gINRRowyhRoY4Gmmhh3HBg4e3EhTseeOJFko0MUqTjvUV2cpCTXTBvqKBEuUqq6Awm687xPn9f58/5+Ho9vo9ruzR3LY3Vo1wa1t8/>

Dra. Aurora Espinosa Gómez
Gestora de Titulación
C.I. 0920279833

Econ. Gabriela Morán Alvarado
Tutor(a)
C.I. 1205918723



**FACULTAD: CIENCIAS ECONÓMICAS
CARRERA: ECONOMÍA**

UNIDAD DE TITULACIÓN

Guayaquil, 15 de agosto del 2018

Sra. Economista
Lupe García Espinoza, Ph.D.
COORDINADORA DE FORMACIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad.-

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación “Análisis del aporte de los proyectos hidroeléctricos al cambio de la matriz energética en el Ecuador periodo 2013 – 2017” del (los) estudiante (s) Vanessa Ivonne Miranda Márquez, indicando ha (n) cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el (los) estudiante (s) está (n) apto (s) para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



Econ. Gabriela Morán Alvarado, MBA.
C.I. 1205918723

Dedicatoria

A Dios y a mi familia, especialmente a mi mamá, Julia Márquez, y a mi abuelo Pablo Márquez.

Agradecimiento

Sin la gracia de Dios y el don de la vida que me otorga a diario nada de este trabajo hubiera sido posible. Agradezco a mi familia por haberme apoyado siempre en todo momento en cada una de las actividades que he realizado durante mi vida y especialmente durante mi vida universitaria; gracias por los consejos y sabias palabras brindadas con todo el amor que sé me tienen.

Agradezco a mi tutora, Econ. Gabriela Morán por el tiempo, conocimiento, y paciencia en las tutorías para la elaboración de mi trabajo de titulación. De manera especial, a la Econ. Ana Lucía Pico y Econ. Irán Alonso por la ayuda que también me brindaron para poder perfeccionar la estructura y nutrir de mayor contenido científico mi investigación. A la Lcda. Tania Crespo por su ayuda en el proceso de preparación de mi trabajo y el cariño en cada corrección realizada.

Finalmente, en general agradezco a mis profesores que durante toda la carrera han aportado con sus conocimientos, su pasión por la educación superior y con incentivos para enamorarme de mi profesión, porque ser economista es una meta que cumplí gracias al aporte de todos ellos que me formaron profesional y éticamente dentro y fuera de las aulas de la querida Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Guayaquil.

Índice General

Introducción.....	1
Capítulo I.....	3
Planteamiento de la investigación	3
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Árbol del problema	5
1.3. Objetivo general.....	5
1.4. Objetivos específicos	5
1.5. Justificación	5
1.6. Preguntas de Investigación	6
Capítulo II.....	7
Matriz energética del Ecuador.....	7
2.1. Antecedente de la investigación	7
2.2. Marco conceptual.....	8
2.2.1. Energía:.....	8
2.2.2. Matriz energética:	8
2.2.3. Fuentes de energía:	8
2.2.4. Principales fuentes de energía renovables.....	9
2.2.5. Principales fuentes de energía no renovable.....	13
2.2.6. Sectores estratégicos:.....	13
2.3. Marco legal	13
2.3.1. Constitución de la República.....	13
2.3.2. Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica.	14
2.3.3. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. ...	17
2.3.4. Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones (COPCI)..	17
2.4.1. La matriz energética en Ecuador.	18
2.4.2. Los recursos hídricos.	20

2.4.3.	La energía y su aporte al desarrollo.....	22
2.4.4.	Energías renovables y la economía.	23
2.4.5.	Evolución de la matriz energética mundial y regional.	25
2.4.6.	Políticas públicas enfocadas al cambio de matriz energética.	27
2.4.7.	Análisis comparativo del crecimiento energético con países vecinos.....	32
2.5.	Marco teórico.....	35
Capítulo III	38
Metodología de la investigación.....		38
3.1.	Tipo de investigación.....	38
3.2.	Método de investigación.....	39
3.3.	Población y muestra.....	39
3.4.	Instrumentos de recolección de datos.....	39
Capítulo IV	42
Aporte de las hidroeléctricas al cambio de la matriz energética.....		42
4.1.	Hidroeléctricas en el Ecuador.....	42
4.1.1.	Coca Codo Sinclair.....	42
4.1.2.	Sopladora.....	43
4.1.3.	Manduriacu.....	43
4.2.	Inversión en las hidroeléctricas de Ecuador.....	44
4.3.	Oferta y Demanda de la energía eléctrica nacional.....	45
4.4.	Análisis de los sectores económicos del país en el PIB.....	49
4.5.	Balanza comercial del sector eléctrico.....	51
4.6.	Empleo.....	53
4.7.	Análisis costo/beneficio de la construcción de las centrales hidroeléctricas.....	54
Conclusiones.....		60
Recomendaciones.....		62
Referencias bibliográficas.....		63

Anexos.....	68
-------------	----

Índice de Tablas

Tabla 1: Clasificación de los proyectos hidroeléctricos emblemáticos según su régimen de flujo y su altura de caída.....	12
Tabla 2: Extensión de las demarcaciones hidrográficas.....	20
Tabla 3: Políticas alineadas al cambio de matriz productiva del Plan Nacional para el Buen Vivir.....	28
Tabla 4: Políticas alineadas al cambio de la matriz energética del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida.	29
Tabla 5: Alineación de la planificación sectorial al Catálogo De Políticas Sectoriales.	31
Tabla 6: Producción de energía de empresas generadoras por tipo de central, periodo 2013 – 2017 (GWh).....	46
Tabla 7: Consumo de energía eléctrica por grupo de consumo (GWh) 2013 – 2017.	48
Tabla 8: Tasas de variación porcentual del consumo de energía eléctrica por grupo de consumo 2013 – 2017.....	49
Tabla 9: Estructura porcentual del PIB por industria 2013 – 2016 (porcentajes con respecto al total).....	50
Tabla 10: Balanza comercial del sector eléctrico 2013 – 2017 (Millones USD).....	52
Tabla 11: Flujos para el cálculo del indicador costo/beneficio (millones de dólares).	57
Tabla 12: Resumen de los resultados del cálculo del indicador costo/beneficio.	58
Tabla 13: Características principales de la central hidroeléctrica Coca Codo Sinclair.....	70
Tabla 14: Características principales de la central hidroeléctrica Sopladora.	71
Tabla 15: Características principales de la central hidroeléctrica Manduriacu.....	72

Índice de Figuras

Figura 1: Árbol del problema.....	5
Figura 2: Clasificación de las fuentes de energía.....	9
Figura 3: Clasificación de las centrales hidroeléctricas por su régimen de flujo.....	11
Figura 4: Clasificación de las centrales hidroeléctricas por la altura de la caída de agua..	12
Figura 5: Estructura institucional del sector eléctrico ecuatoriano.....	15
Figura 6: Estructura del sector eléctrico.....	15
Figura 7: Estructura empresarial del sector eléctrico ecuatoriano.....	16
Figura 8: Energía generada para el SNI (GWh).....	32
Figura 9: Demanda de energía eléctrica (GWh) 2007 – 2016.....	33
Figura 10: Exportaciones netas (GWh).....	34
Figura 11: Presupuesto devengado por proyecto 2009 – 2015 (Millones de dólares).....	44
Figura 12: Comparativo de la producción de energía hidráulica y térmica 2013 – 2017..	47
Figura 13: Consumo total de energía eléctrica (GWh) 2013 – 2017).....	48
Figura 14: Evolución histórica del PIB real (Miles de USD).....	49
Figura 15: Balanza comercial energética periodo 2013 – 2017.....	52
Figura 16: Distribución de los empleos generados por los proyectos hidroeléctricos.....	53
Figura 17: Empleos generados por los proyectos hidroeléctricos.....	54
Figura 18: Evolución y proyección de la demanda total y precios medios de energía.....	55
Figura 19: Evolución y proyección de beneficios generados por venta de energía a nivel nacional.....	56

Índice de Anexos

Anexo # 1.- Distribución espacial de los recursos hídricos en el Ecuador.....	68
Anexo # 2.- Localización de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair.....	68
Anexo # 3.- Localización de la Central Hidroeléctrica Sopladora.....	69
Anexo # 4.- Localización de la Central Hidroeléctrica Manduriacu.....	69
Anexo #5: Características principales de la central hidroeléctrica Coca Codo Sinclair.....	70
Anexo #6: Características principales de la central hidroeléctrica Sopladora.....	71
Anexo #7: Características principales de la central hidroeléctrica Manduriacu.....	72



**FACULTAD: CIENCIAS ECONÓMICAS
CARRERA: ECONOMÍA**

UNIDAD DE TITULACIÓN

**“ANÁLISIS DEL APOORTE DE LOS PROYECTOS
HIDROELÉCTRICOS AL CAMBIO DE LA MATRIZ
ENERGÉTICA EN EL ECUADOR PERIODO 2013 – 2017”**

Autor: Vanessa Ivonne
Miranda Márquez

Tutor: Econ. Gabriela Morán
Alvarado

Resumen

Dentro del cambio de matriz energética en Ecuador se contemplaron varios proyectos denominados emblemáticos, entre los cuales se encontraba la construcción de ocho centrales hidroeléctricas, por esto es necesario conocer el aporte que han hecho las tres centrales hidroeléctricas ya en funcionamiento a este objetivo. Para la investigación se usó una metodología cuali-cuantitativa, en base a recolección de información a partir de fuentes secundarias (revisión bibliográfica, obtención de datos de diferentes instituciones y organismos nacionales e internacionales y la observación). Entre los resultados se destaca el ahorro económico generado al país debido a la reducción de importaciones de combustibles para la generación de energía y el incremento de las exportaciones de energía; además, del incremento de la generación de energía eléctrica gracias a la operación de la central hidroeléctrica del país, Coca Codo Sinclair. También, se destaca la generación de poco más de 13.000 empleos para nacionales y extranjeros durante la construcción de los proyectos.

Palabras claves: energía, matriz, energética, hidroeléctrica, desarrollo.



Universidad de Guayaquil



**FACULTAD: CIENCIAS ECONÓMICAS
CARRERA: ECONOMÍA**

UNIDAD DE TITULACIÓN

**"ANALYSYS OF THE HYDROELECTRIC PROJECTS CONTRIBUTION
TO THE CHANGE OF ENERGY MATRIX IN ECUADOR PERIOD 2013 –
2017"**

Author: Vanessa Ivonne
Miranda Márquez

Advisor: Econ. Gabriela
Morán Alvarado

Abstract

Into the process of changing the Ecuadorian energy matrix was contemplated several projects called emblematic. Among them, there was the construction of eight central hydroelectric. For this reason, it is necessary to know the contribution of the three hydroelectric centrals that were built. And how they are working to change the Ecuadorian energy matrix. For this investigation, we used quali-quantitative methodology, based on the recollection of information from secondary sources (bibliography reviews, obtaining data of different national and international institutions, organism and the observation). it is remarkable to point the economic saving for the country. Due to, the fuel import reduction for energy generation and the increase of energy exports; also, of the energy electric generation increase due to the operation of the biggest central hydroelectric of the country, called "Coca Codo Sinclair". It is important to focus that these projects generated 13.000 employment for national and foreign people when they were constructed.

Keywords: energy, matrix, energetic, hydroelectric, development.

Introducción

Históricamente la matriz energética ecuatoriana se ha basado en combustibles fósiles, pero las fuentes hidráulicas han tenido también su participación dentro de ésta a lo largo de la historia. Por los cambios experimentados en el medio ambiente en los últimos años, que en su mayor parte se deben a la cantidad de gases tóxicos emanados por las distintas actividades realizadas por las personas, entre ellas, la generación de electricidad ha sido necesario llevar a la matriz energética a una transición y uno de los principales pasos es la construcción de proyectos hidroeléctricos a lo largo del territorio nacional.

A nivel mundial la energía hidroeléctrica se considera que aporta la quinta parte de la electricidad mundial, esto la hace ser considerada la principal fuente de energía renovable. Tomando en cuenta lo antes mencionado, el anterior gobierno en Ecuador basó el cambio de matriz energética en generación del servicio eléctrico a partir de fuentes renovables principalmente en hidroelectricidad. Además, el proyecto comprende otras aristas como el uso eficiente de la energía de consumo, el ahorro, la sustitución del transporte de carga y la electrificación de los sectores industrial y residencial.

Por la magnitud de los proyectos de generación hidroeléctrica se realizó un análisis sobre el aporte de las centrales hidroeléctricas que ya se encuentran en funcionamiento al cambio de matriz energética. Partiendo de un estudio bibliográfico y descriptivo con recolección de datos a partir de fuentes secundarias recopilados de entidades nacionales e internacionales como el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, la Agencia de Regulación y Control de Electricidad, Banco Central, Banco Interamericano de Desarrollo, Banco Mundial.

Para el presente estudio se parte de una revisión conceptual, teórica, legal y contextual del sector energético ecuatoriano; se lo hizo a través del uso del método deductivo, histórico-lógico y de análisis-síntesis y el uso de datos provistos de las instituciones ya mencionadas, además de artículos de revistas científicas y artículos de diarios de circulación nacional.

El objetivo de la investigación es analizar el aporte de los proyectos hidroeléctricos puestos en marcha al cambio de la matriz energética en el periodo 2013 – 2017, para lo cual se realiza un análisis costo beneficio sobre la oferta, demanda y precios del servicio tomando en cuenta dos escenarios en los que se estudia el comportamiento de los indicadores mencionados primero sin proyectos hidroeléctricos y luego con los proyectos. Además, de

conocer la inversión realizada en los tres proyectos analizados y el retorno generado por estos.

En la primera parte del trabajo se encuentra el planteamiento del problema; seguido de los antecedentes, una revisión de conceptos básicos, aspectos normativos a nivel nacional del sector energético, el contexto a nivel nacional e internacional y una revisión de teorías que giran alrededor de la construcción de centrales hidroeléctricas y finalmente se detalla el análisis de la oferta y demanda nacional de energía, las inversiones y el retorno generado por concepto de venta del servicio a nivel interno, la evolución de la balanza comercial energética en el periodo de análisis, el estudio costo/beneficio de los proyectos y el aporte a la generación de empleos en los cantones en los que se ubican las centrales.

Cabe recalcar que conocedores de la cadena de valor del servicio eléctrico ecuatoriano compuesta de generación, transmisión, distribución y comercialización; es necesario aclarar que, para el estudio realizado a continuación, solamente se tomó en cuenta la generación que es en la parte dentro de la cual se encuentran contempladas las centrales hidroeléctricas analizadas.

Capítulo I

Planteamiento de la investigación

1.1. Planteamiento del problema

La energía es considerada como un elemento esencial para alcanzar el desarrollo y el crecimiento económico en el mundo. Es un recurso necesario para que se desarrollen la mayoría de las actividades que realizan las personas a diario; hace posible que se presten desde los servicios de salud y educación, hasta que se generen inversiones, la innovación y las nuevas industrias que son los motores de creación de empleo y del crecimiento para economías enteras. (Banco Mundial, 2018)

Históricamente la matriz energética mundial se ha sustentado en el petróleo y gas natural, así también, el consumo de energía se ha incrementado tanto en los países desarrollados como en los considerados en vías de desarrollo; siendo el causante de dicho incremento en los primeros el aumento del nivel de ingreso y del otro conjunto de países la principal causa es la creciente demografía poblacional, estas causas en ambos casos han ocasionado el aumento del uso de energía per cápita. (Castro, 2011)

Se debe destacar que la existencia de fuentes energéticas no renovables como el petróleo son finitas, y que en la actualidad la tendencia del uso de estas fuentes es decreciente por su carácter finito y los múltiples daños que su uso, en el proceso de generación eléctrica, le ocasiona al medio ambiente en su conjunto. Para disminuir el impacto del cambio climático se han desarrollado diversos acuerdos mundiales, entre ellos los Objetivos de Desarrollo Sostenible, que en su objetivo siete hace referencia al acceso a la energía no contaminante.

Tomando en cuenta el carácter finito de los hidrocarburos, se hace necesario, empezar la explotación de otros recursos que tiendan a ser inagotables, como las energías renovables. Sudamérica tiene la mayor fuente de energía a base de biocombustibles e hídrica (24% y 10% respectivamente del total de fuentes de energía del subcontinente) (BID, s.f.); por esto, es importante realizar inversiones contundentes en la región que exploten todo el potencial energético que pueden brindar estos recursos naturales.

La región latinoamericana confirma la tendencia mundial de consumo energético creciente, por esto, uno de los principales retos es dotar a la población de esta región de energía proveniente de fuentes seguras, modernas, accesibles y limpias. Las tres cuartas

partes de la matriz energética de América Latina en el 2014 se basaba en combustibles fósiles (petróleo y sus derivados, gas natural y carbón), según datos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), mientras que, la hidroenergía representó el 8% del total. (BID, s.f.)

Ecuador por lo consiguiente, que tiene una fuerte dependencia del petróleo para los ingresos estatales, también lo tiene en su matriz energética. Por esto, durante el Gobierno de Rafael Correa se dieron los primeros pasos para la transición del modelo energético; pasar de una producción a base de fuentes energéticas no renovables hacia una producción basada en fuentes renovables; convirtiéndola en una matriz energética sustentable. Así se iniciaron los planes de construcción de centrales hidroeléctricas y centrales eólicas en el país para aportar al desarrollo de este.

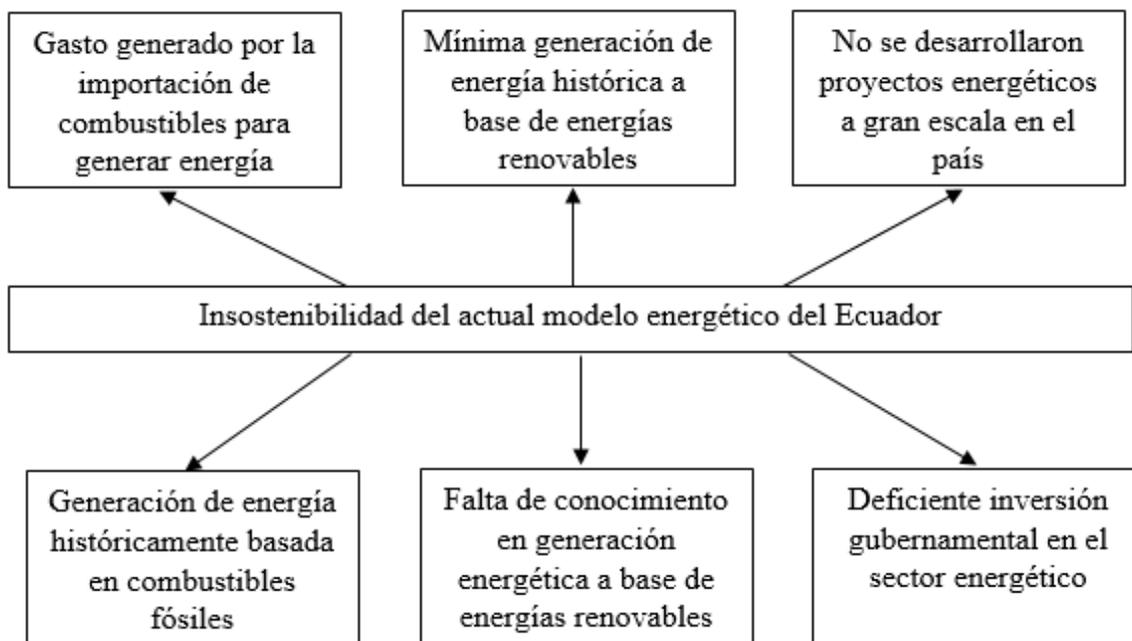
Lo antes mencionado se enmarca en el cumplimiento del objetivo 11 del Plan Nacional Buen Vivir 2013 – 2017 que consiste en asegurar la soberanía y la eficiencia de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica para que mediante la correcta gestión de los sectores estratégicos sea la punta de lanza de una transformación tecnológica e industrial del país. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - SENPLADES, 2014)

Una reestructuración de la matriz energética logrará dinamizar varios sectores de la economía ecuatoriana, por ejemplo: el transporte y la manufactura mediante procesos productivos más eficientes e intensivos en uso de energía eléctrica. Además de cumplir con los objetivos mencionados, el país se alinea a los tres objetivos principales de SE4All (Energía sostenible para todos, por sus siglas en inglés) acceso a energía, eficiencia energética y energía renovable. El alcance de estos objetivos tendrá un gran impacto en la transformación social y económica del país. (Gomelsy, 2013)

Para esto se puso en marcha a lo largo del anterior gobierno la construcción de nueve proyectos emblemáticos para generación eléctrica a partir de fuentes renovables (hidráulica y eólica), además, varios programas dentro de la planificación estratégica del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable en conjunto con otras entidades estatales entre los que destacan el cambio de cocinas a gas por cocinas de inducción y el cambio a refrigeradoras eficientes que aprovechen mejor la energía eléctrica.

1.2. Árbol del problema

Figura 1: Árbol del problema.



Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

1.3. Objetivo general

Analizar el aporte de los proyectos hidroeléctricos puestos en marcha al cambio de la matriz energética en el periodo 2013 – 2017.

1.4. Objetivos específicos

1. Identificar las características de la matriz energética del Ecuador.
2. Identificar las potencialidades y características de los recursos hídricos del Ecuador.
3. Describir el aporte real de las hidroeléctricas al cambio de la matriz energética y a la economía del Ecuador en el periodo 2013 – 2017.

1.5. Justificación

El estudio del aporte de los proyectos hidroeléctricos, contemplados dentro de los llamados emblemáticos, al cambio de la matriz energética es importante porque permite determinar la relevancia de la inversión realizada y contrastarlo con los avances obtenidos en materia hidroeléctrica. Cabe destacar que entre los tres proyectos emblemáticos a analizar se encuentran los dos de mayor potencia generadora de energía del país.

Entonces, los resultados permitirán determinar si ha representado un avance o no la inversión realizada en los proyectos Coca Codo Sinclair, Sopladora y Manduriacu para lograr el cambio de la matriz energética. Adicionalmente nos permitirá conocer cómo se ha comportado en el periodo de análisis la oferta y demanda de energía eléctrica, el incremento de la potencia instalada, la capacidad de generación de empleo gracias a estas inversiones y el comportamiento de la balanza comercial del sector eléctrico.

Los resultados obtenidos serán de gran utilidad para el debate económico sobre el futuro de dichos proyectos y sobre el cambio de matriz energética que impulsa el cambio de matriz productiva con equidad social, es decir, que la investigación que se realizará conlleva a un análisis a parte de económico y social, también, ambiental; ya que, estos tres se interrelacionan para alcanzar una mejor condición de vida para las personas más pobres y al garantizar su acceso a energía eléctrica es un paso más para alejarlos de esta condición.

La presente investigación se alinea a las prioridades tanto nacionales, regionales y mundiales de perseguir un cambio de matriz energética para convertirla en sustentable y eficiente. A nivel mundial contribuye a la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible, a nivel regional se enmarca en el cambio de matriz energética que persigue la región y que cuenta con el apoyo económico de China para obtener una matriz energética verde y localmente se encuentra en el camino para alcanzar los objetivos del PNBV 2013 – 2017, con el estudio se conocerá si efectivamente se ha logrado el avance en la transición del modelo energético que pretende el país.

1.6. Preguntas de Investigación

• General

¿Cuál ha sido el aporte que ha generado al cambio de matriz productiva la puesta en marcha de las tres nuevas hidroeléctricas en el periodo 2013 – 2017?

• Específicas

1. ¿Cuáles son las características de la matriz energética del Ecuador?
2. ¿Cuáles son las características y las potencialidades de los recursos hídricos del Ecuador?
3. ¿Cuál ha sido el real aporte de las hidroeléctricas al cambio de matriz productiva del Ecuador en el periodo en análisis?

Capítulo II

Matriz energética del Ecuador

2.1. Antecedente de la investigación

Según datos del último informe anual de energía renovable (REN21, 2017), en el año 2016 las energías renovables representaron el 62% de las adiciones netas a la capacidad de generación de energía. La energía solar fue la que tuvo mayor incremento en la capacidad instalada en el mismo año, seguida de la energía eólica y la hidráulica.

De acuerdo con las proyecciones de la Administración de Información de la Energía de los Estados Unidos (EIA por sus siglas en inglés) indican que el crecimiento de las energías renovables será de alrededor del 1,9% anual durante los próximos decenios... Se pronostica que las mayores tasas de aumento del consumo de energías renovables se registrarán en el Cercano Oriente, los países en desarrollo de Asia y en América Central y del Sur (FAO, 2008).

Como se puede evidenciar en las estadísticas mencionadas en el sector energético las fuentes de energía renovable están teniendo una relevante importancia en la generación de energía eléctrica, debido al debate mundial sobre la sustentabilidad del sector y la necesidad de minimizar el impacto climático que ha provocado el uso de combustibles fósiles históricamente en el proceso de generación eléctrica.

Por esto, es significativo conocer los avances en materia de energía renovable que ha tenido el Ecuador, principalmente en lo referente a generación a partir de fuentes hidráulicas. Se pretende analizar la generación a partir de fuentes hídricas, su relación con la evolución del PIB, la evolución de la balanza comercial del sector eléctrico y finalmente determinar el ahorro real generado por la construcción de las tres hidroeléctricas que actualmente se encuentran en funcionamiento, mediante el análisis de la energía vendida por las mismas y la equivalente reducción de importación de energía eléctrica.

Se espera que el ahorro proveniente de la reducción de importación de combustibles y de energía eléctrica sea significativa en comparación con la inversión realizada en los tres proyectos, lo que se evaluará mediante el análisis costo/beneficio. También que, la balanza comercial energética haya invertido su comportamiento siendo netamente exportadores de energía y sin valores de importación. Además, se espera que el porcentaje total de generación de energía renovable sea el planteado en el Plan Nacional Buen Vivir 2013 – 2017, es decir,

que se haya cumplido las metas trazadas en el mismo en materia del cambio de matriz energética.

2.2. Marco conceptual

En el trabajo que se presenta a continuación, debido a su contenido técnico, y que, involucra términos diversos además de los habitualmente usados dentro de la ciencia económica se realiza una revisión conceptual de los mismos, necesaria para una mejor comprensión del contenido de la presente monografía. El cambio de la matriz energética era uno de los temas prioritarios para el anterior Gobierno, puesto que, se involucraba dentro del cambio de matriz productiva contemplado dentro del Plan Nacional Buen Vivir 2013 – 2017 con lo que se esperaba dinamizar la industria del país y dotarla de energía limpia para su desarrollo. A continuación, se especifican una serie de definiciones claves.

2.2.1. Energía. Es la capacidad que posee un cuerpo para realizar una acción o trabajo, o producir un cambio o una transformación, y es manifestada cuando pasa de un cuerpo a otro. Una materia posee energía como resultado de su movimiento o de su posición en relación con las fuerzas que actúan sobre ella (ConceptoDefinición.de, s.f.).

2.2.2. Matriz energética. Hace referencia a las diferentes fuentes de energía de las que dispone el país, indicado en la participación que tiene cada una en el consumo energético total y los modos en los que se usa (Castro C. , 2007).

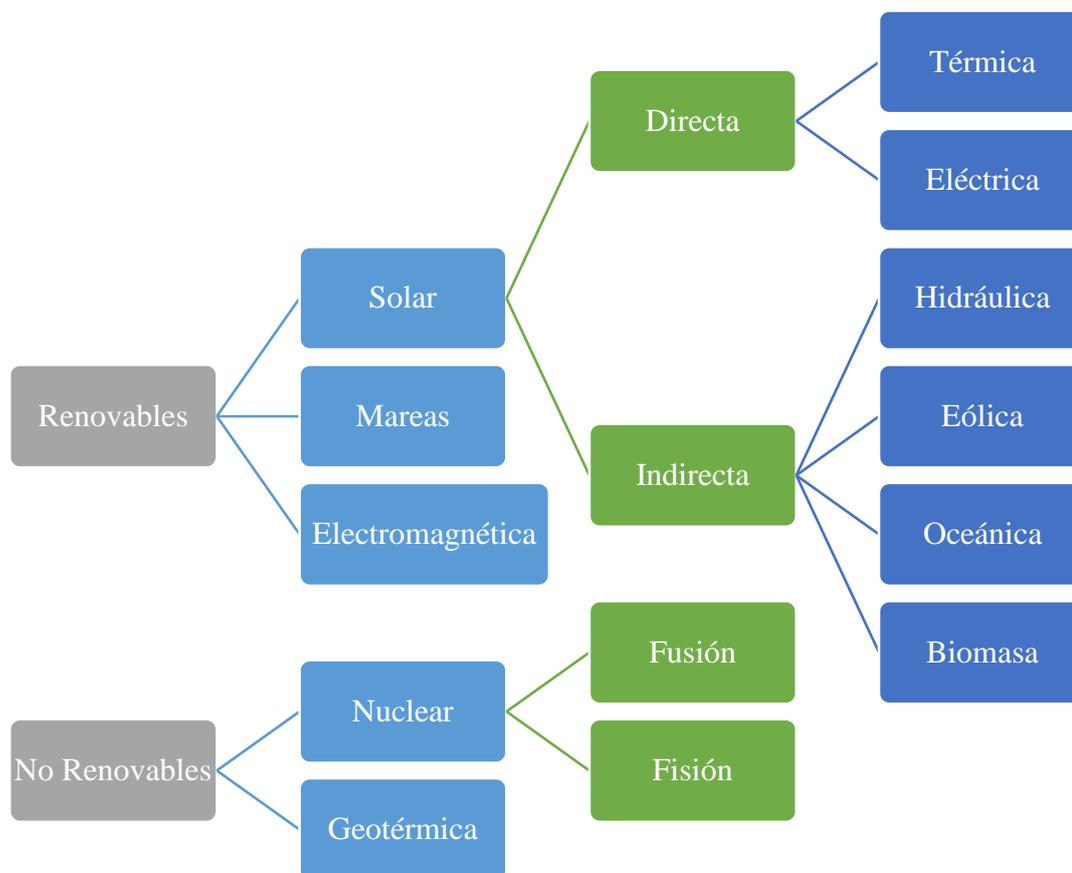
2.2.3. Fuentes de energía. Son todos aquellos recursos presentes en la naturaleza y de los cuales justamente se puede obtener energía para usar en las diversas actividades y procesos que deban emprenderse o desarrollarse (Definición ABC, s.f.).

Es importante mencionar que hay algunas fuentes de energía que pueden agotarse en algún momento como consecuencia de su uso irrestricto y en algunos casos irresponsable, y hay otras que jamás se agotarán. Las primeras se conocen como energías no renovables y las siguientes como energías renovables (Definición ABC, s.f.).

2.2.3.1. Energía renovable. Son fuentes que o pueden reponerse al generarse por procesos cíclicos de periodicidad variable (desde horas hasta años) o son inagotables. Comprenden todas aquellas energías de origen no fósil y que no han participado significativamente en el mercado mundial de la energía Se conocen genéricamente como energías alternativas (Posso, 2002).

2.2.3.2. Energía no renovable. Son aquellas que se consumen a una mayor velocidad de lo que la naturaleza puede reemplazarlas; tal que la cantidad total disponible es cada vez menor y su posibilidad de reposición remota, en esta categoría se ubican las fuentes fósiles (Posso, 2002).

Figura 2: Clasificación de las fuentes de energía.



Contenido adaptado de (Posso, 2002). Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

2.2.4. Principales fuentes de energía renovables. De acuerdo con Posso (2002) entre las fuentes de energía renovable más importantes encontramos las siguientes:

- **Energía solar:** Es aquella energía que se obtiene mediante la captura de la luz y el calor que emite el sol. Esa energía que emana del sol, los seres humanos la podemos convertir en energía útil, es decir, ya sea para calentar algo o bien para producir electricidad,

entre las aplicaciones más comunes y relevantes que se realizan con ella. (Definición ABC, s.f.)

• **Energía térmica:** Es la energía de todas las partículas que forman un cuerpo. Interviene en los procesos caloríficos que acontece cuando dos cuerpos de diferentes temperaturas se ponen en contacto, la energía que se transmite de cuerpo a cuerpo producto de las diferencias de temperaturas es lo que se denomina energía térmica (Significados.com, s.f.).

• **Energía eléctrica:** Es una forma de energía que se deriva de la existencia en la materia de cargas eléctricas positivas y negativas que se neutralizan. La energía eléctrica puede transformarse en muchas otras formas de energía, tales como la energía luminosa o luz, la energía mecánica y la energía térmica. La electricidad es una de las formas de energía más importantes para el desarrollo tecnológico debido a su facilidad de generación y distribución y a su gran número de aplicaciones (Electrificadora de Santander, s.f.).

• **Energía eólica:** La energía eólica es la energía obtenida de la fuerza del viento, es decir, mediante la utilización de la energía cinética generada por las corrientes de aire. Se obtiene a través de las turbinas eólicas que son las que convierten la energía cinética del viento en electricidad por medio de aspas o hélices que hacen girar un eje central conectado, a través de una serie engranajes (la transmisión) a un generador eléctrico (Revista Energiza, 2012).

• **Energía biomasa:** La formación de biomasa a partir de la energía solar se lleva a cabo por el proceso denominado fotosíntesis vegetal que a su vez es desencadenante de la cadena biológica. Mediante la fotosíntesis las plantas que contienen clorofila, transforman el dióxido de carbono y el agua de productos minerales sin valor energético, en materiales orgánicos con alto contenido energético y a su vez sirven de alimento a otros seres vivos (Revista Energiza, 2012).

• **Energía hidráulica:** La energía potencial acumulada en los saltos de agua puede ser transformada en energía eléctrica. Uno de los recursos más importantes cuantitativamente en la estructura de las energías renovables es la procedente de las instalaciones hidroeléctricas; una fuente energética limpia y autóctona, pero para la que se necesita construir infraestructuras necesarias que permitan aprovechar el potencial disponible con un coste nulo de combustible. El problema de este tipo de energía es que depende de las condiciones climatológicas (Revista Energiza, 2012).

Se conoce como central hidroeléctrica a la infraestructura que utiliza la energía hidráulica para generar energía eléctrica. Su funcionamiento está basado en un salto de agua que genera dos niveles de un cauce: cuando el agua cae del nivel superior al inferior, pasa por una turbina hidráulica que transmite la energía a un generador encargado de transformarla en energía eléctrica. La energía puede ser explotada por una central hidroeléctrica desviando un río para aprovechar la velocidad de su flujo y generar energía eléctrica, o construyendo una presa e interceptar la corriente de agua (Pérez Porto & Gardey, 2011).

Las centrales hidroeléctricas de acuerdo con su régimen de flujo se dividen en cuatro grupos, como se observa en la figura a continuación:

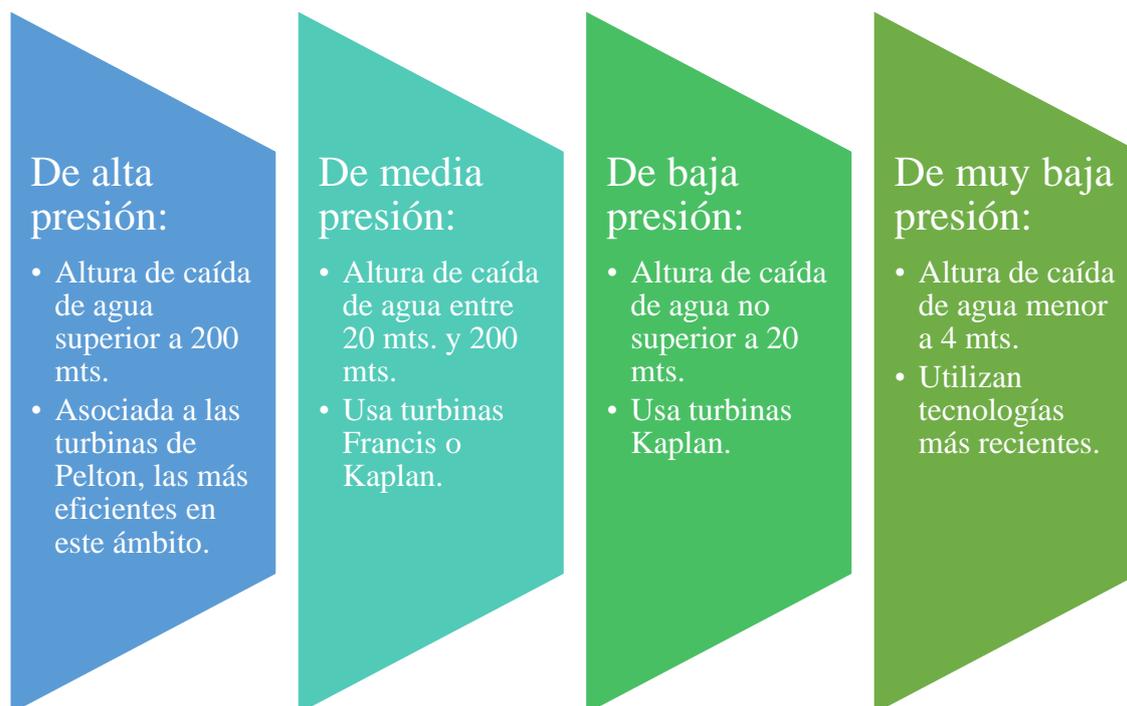
Figura 3: Clasificación de las centrales hidroeléctricas por su régimen de flujo.

De agua fluyente	De embalse	De regulación	De bombeo
<ul style="list-style-type: none"> • Conocida también como central de filo de agua. • Utiliza parte del flujo de un río con el objetivo de producir energía eléctrica. • Trabajo continuo, al no poseer embalse, no tiene capacidad de almacenar agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • El tipo de central hidroeléctrica más común. • Se vale de un embalse para almacenar agua y graduar el caudal que atraviesa la turbina. • Cuenta con reserva suficiente para producir energía a lo largo del año. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sirve para almacenar el agua que fluye del río. • Puede abastecer un consumo de varias horas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocida también como reversible. • Además de transformar en electricidad la energía potencial del agua, puede realizar al proceso inverso. • Puede incrementar su energía potencial a través del consumo de electricidad.

Contenido adaptado de (Pérez Porto & Gardey, 2011). Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

Por otra parte, existen cuatro tipos de centrales hidroeléctricas según la altura de la caída del agua, como se observa en la siguiente figura:

Figura 4: Clasificación de las centrales hidroeléctricas por la altura de la caída de agua.



Contenido adaptado de (Pérez Porto – Gardey, 2011). Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

En la tabla 1 se muestra el tipo de central al que corresponden cada proyecto emblemático.

Tabla 1: Clasificación de los proyectos hidroeléctricos emblemáticos según su régimen de flujo y su altura de caída.

Central Hidroeléctrica	Por su régimen de flujo	Por la altura de caída
Coca Codo Sinclair	De embalse	De alta presión (620 m.)
Sopladora	No especificado	No especificado
Manduriacu	De embalse	De media presión (33,7 m.)
Minas San Francisco	De embalse	De media presión (54 m.)
Mazar Dudas	No especificado	No especificado
Delsitanisagua	De embalse	De media presión (35 m.)
Quijos	De agua fluyente	No especificado
Toachi Pilatón	De embalse	De media presión (149 m.) y de alta presión (235 m.) *

* El proyecto se forma de dos centrales en cascada la primera Sarapullo cuya caída es de 149 m. y la otra Toachi-Alluriquín cuya caída es de 235 m.

Fuente: Información adaptada del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

2.2.5. Principales fuentes de energía no renovable. De acuerdo con Posso (2002) las dos principales fuentes de energía no renovable son la energía nuclear y la energía geotérmica.

- **Energía geotérmica:** Es aquella energía que puede ser obtenida por el hombre mediante el aprovechamiento del calor del interior de la Tierra (Revista Energiza, 2012).

- **Energía nuclear:** Es el tipo de energía que se libera durante la fisión o fusión de los núcleos atómicos. La cantidad de energía que se obtiene por estos procesos es muy superior a la que se obtiene mediante procesos químicos (ConceptoDefinición.de, s.f.).

2.2.6. Sectores estratégicos. De acuerdo con el Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos (2011) define así el término: son aquellos que por su trascendencia y magnitud tienen decisiva influencia económica, social, política o ambiental, y deberán orientarse al pleno desarrollo de los derechos y al interés social. Se consideran Sectores Estratégicos la energía en todas sus formas, las telecomunicaciones, los recursos naturales no renovables y la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el agua y los que determine la ley” (Castro M. , 2011).

2.3. Marco legal

2.3.1. Constitución de la República. La máxima ley que rige a todos los ecuatorianos es la Constitución de la República y es la primera norma en la que se hace una revisión sobre los sectores estratégicos dentro de este grupo se encuentra la energía en todas sus formas y que el Estado es quien tiene el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los mismos, como lo menciona el artículo 313. La Carta Magna menciona lo siguiente sobre la provisión del servicio de energía eléctrica:

Art. 314.- El Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento, energía eléctrica... El Estado garantizará que los servicios públicos y su provisión respondan a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad. El Estado dispondrá que los precios y tarifas de los servicios públicos sean equitativos, y establecerá su control y regulación (Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

En cuanto a la gestión de los sectores estratégicos y la prestación de servicios públicos en el artículo 315 se detalla lo siguiente:

El Estado constituirá empresas públicas para la gestión de sectores estratégicos, la prestación de servicios públicos, el aprovechamiento sustentable de recursos naturales o de bienes públicos y el desarrollo de otras actividades económicas (Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

Además, en cuanto al agua, dentro de la Constitución se menciona que es un patrimonio nacional estratégico y se detalla lo siguiente en el artículo 318:

Art. 318.- El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua. La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria... El Estado, a través de la autoridad única del agua, será el responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos... (Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

Como se puede apreciar el Estado es el ente rector tanto de los sectores estratégicos como del agua, a través de las entidades que él mismo estime crear para llevar a cabo la gestión de estos.

2.3.2. Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica. La siguiente normativa que rige el servicio de energía eléctrica en el Ecuador es la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica cuyo objeto es velar para que el servicio cumpla con los principios constitucionales, además, de regular la participación del sector público y privado en actividades relacionadas con el servicio y la promoción de planes y proyectos con fuentes de energías renovables, a continuación, se detalla lo mencionado en el artículo 1 de la presente ley:

Artículo 1.- Objeto y alcance de la ley.- La presente ley tiene por objeto garantizar que el servicio público de energía eléctrica cumpla los principios constitucionales de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad, calidad, sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia, para lo cual, corresponde a través del presente instrumento, normar el ejercicio de la responsabilidad del Estado de planificar, ejecutar, regular, controlar y administrar el servicio público de energía eléctrica.

La presente ley regula la participación de los sectores público y privado, en actividades relacionadas con el servicio público de energía eléctrica, así como también la promoción y ejecución de planes y proyectos con fuentes de energías renovables, y el establecimiento de mecanismos de eficiencia energética (Asamblea Nacional del Ecuador, 2015).

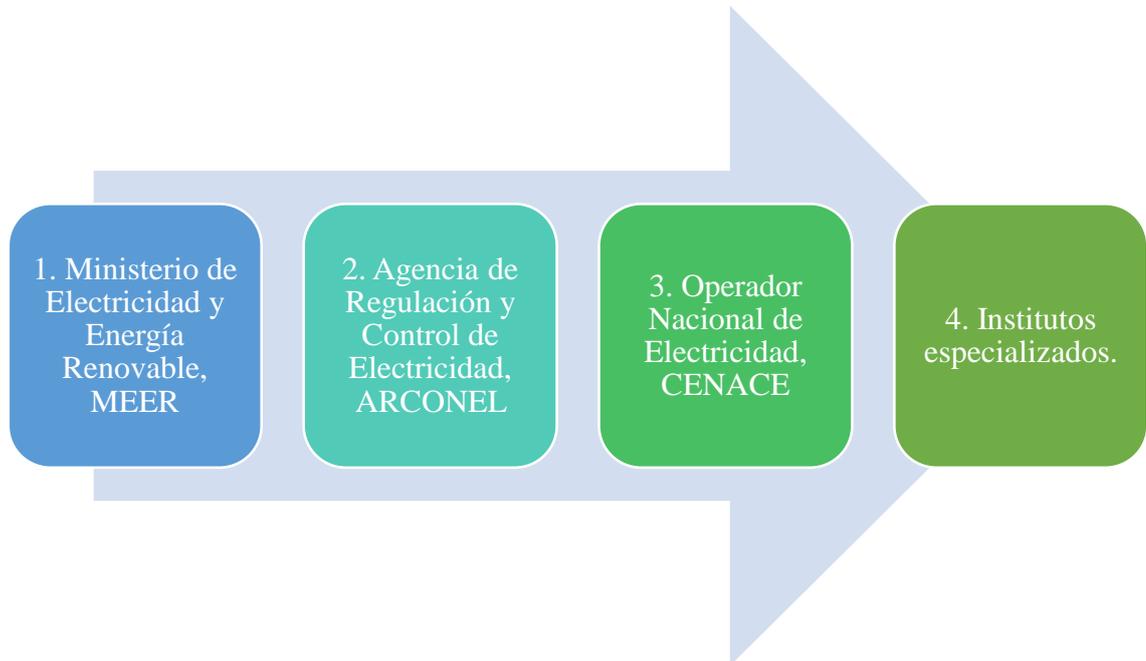
La gobernabilidad del sector energético es un tema también explicado en la presente ley, en el numeral cuatro del siguiente artículo se observa la importancia de una fuerte y sistemática institucionalidad para el correcto funcionamiento del sector.

Artículo 2.- Objetivos específicos de la ley. - Son objetivos específicos de la presente ley:

4. Asegurar la gobernabilidad del sector mediante una estructura institucional adecuada, una definición clara de funciones y un sistema de rendición de cuentas (Asamblea Nacional del Ecuador, 2015).

A continuación, se detalla la estructura institucional del sector eléctrico, seguida de la estructura empresarial:

Figura 5: Estructura institucional del sector eléctrico ecuatoriano.



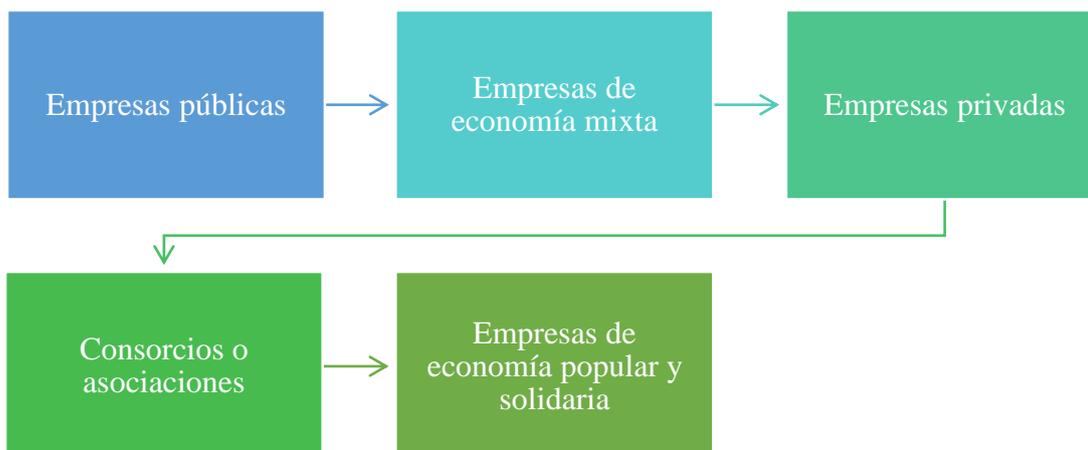
Contenido adaptado de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

Figura 6: Estructura del sector eléctrico.



Imagen tomada de CELEC EP y Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. Elaborado por CELEC EP y Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.

Figura 7: Estructura empresarial del sector eléctrico ecuatoriano.



Contenido adaptado de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

Se menciona también en el artículo siete de la ley que es competencia exclusiva del Estado proporcionar el servicio público de energía eléctrica y alumbrado público, haciendo uso eficiente de los recursos y de acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo, Plan Maestro de Electricidad y demás planes sectoriales afines. Así mismo, le corresponde al Gobierno Central “la toma de decisiones en torno a la planificación, construcción e instalación de sistemas eléctricos para entregar energía a los usuarios finales, así como también el mantenimiento, operación y desarrollo sustentable del sector eléctrico” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2015).

En cuanto a la rectoría de las políticas públicas para el sector eléctrico el artículo ocho menciona:

Corresponde a la Función Ejecutiva la formulación, definición y dirección de las políticas públicas y servicios públicos que garanticen los derechos reconocidos por la Constitución, para los participantes y consumidores o usuarios finales. Para tales efectos, la Función Ejecutiva actuará por intermedio del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable y demás organismos que se determinan en esta ley (Asamblea Nacional del Ecuador, 2015).

Dentro de la presente ley en el artículo 26 sobre la gestión de energías renovables no convencionales, promueve el desarrollo de un sistema eléctrico sostenible mediante el uso de tecnologías limpias y energías alternativas, a través de aprovechamiento de recursos renovables de energía (Asamblea Nacional del Ecuador, 2015).

2.3.3. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.

Una de las normativas principales en materia de recursos hídricos es la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, de la cual se revisarán artículos relacionados con la protección, su uso y quién es el ente rector del recurso natural.

Artículo 3.- Objeto de la Ley. El objeto de la presente Ley es garantizar el derecho humano al agua así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el *sumak kawsay* o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución (Asamblea Nacional Constituyente, 2014).

Sobre los principios bajo los que se rige esta ley, también, hace referencia a la sostenibilidad, sustentabilidad y su carácter de bien estratégico como lo estipula también la Constitución de la República.

Artículo 4.- Principios de la Ley. Esta Ley se fundamenta en los siguientes principios:

- b) El agua, como recurso natural debe ser conservada y protegida mediante una gestión sostenible y sustentable, que garantice su permanencia y calidad;
- d) El agua es patrimonio nacional y estratégico al servicio de las necesidades de las y los ciudadanos y elemento esencial para la soberanía alimentaria; en consecuencia, está prohibido cualquier tipo de propiedad privada sobre el agua (Asamblea Nacional Constituyente, 2014).

Es importante conocer más a fondo lo referente al agua, como sector estratégico, por eso en el artículo 5 de la ley se establece que: “El agua constituye patrimonio nacional, sector estratégico de decisión y de control exclusivo del Estado a través de la Autoridad Única del Agua. Su gestión se orientará al pleno ejercicio de los derechos y al interés público, en atención a su decisiva influencia social, comunitaria, cultural, política, ambiental y económica” (Asamblea Nacional Constituyente, 2014).

Dentro del artículo 106 sobre los principios y prioridades para el aprovechamiento productivo hidroeléctrico, indica que, la Autoridad Única del Agua es la que otorgará los permisos para el aprovechamiento productivo del agua en materia de generación de energía eléctrica, especialmente los proyectos enmarcados en el Plan Maestro de Electrificación, respetando principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia (Asamblea Nacional Constituyente, 2014).

2.3.4. Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones (COPCI).

Dentro del COPCI hace referencia al fomento y promoción de las inversiones en los sectores estratégicos claves para la infraestructura productiva en el título uno menciona lo siguiente:

Art. ... (96.1). - Estabilidad jurídica de la inversión. (Reformado por el núm. 6. de la Disposición Reformatoria Primera de la Ley s/n, R.O. 652S, 18XII2015). Además de la estabilidad tributaria que se garantiza en este Código, se podrá otorgar estabilidad jurídica de la normativa sectorial específica que hubiese sido declarada como esencial en los correspondientes contratos de concesión u otros títulos habilitantes para la gestión de sectores estratégicos o la provisión de servicios públicos. El plazo de vigencia de dicha estabilidad jurídica será el mismo plazo del contrato de inversión (Asamblea Nacional Constituyente, 2017).

Art. 98.- Trato no discriminatorio en el sector eléctrico. En el sector eléctrico, los proyectos nuevos de las empresas nacionales privadas de generación eléctrica, gozarán de igual tratamiento, mecanismo y condición de garantía y/o pago en la compra de energía, que el aplicado para las transacciones internacionales de electricidad, acorde con las decisiones de la Comunidad Andina y las disposiciones normativas emitidas por el ente regulador del sector eléctrico, respecto de las garantías de pago, previo informe favorable por cada caso del Ministerio de Electricidad y del Ministerio de Finanzas (Asamblea Nacional Constituyente, 2017).

En el mismo COPCI dentro del apartado sobre la sostenibilidad de la producción y su relación con el ecosistema, en el título uno habla sobre la eco-eficiencia y la producción sostenible, cita:

Art. 232. Definición. ... se entenderán como procesos productivos eficientes el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto; adoptadas para reducir los efectos negativos y los daños en la salud de los seres humanos y del medio ambiente. Estas medidas comprenderán aquellas cuyo diseño e implementación permitan mejorar la producción...También, se entenderán como procesos productivos más eficientes y competitivos, la implementación de tecnologías de punta, que permitan mejorar la administración y utilización racional de los recursos, así como prevención y control de la contaminación ambiental... (Asamblea Nacional Constituyente, 2017).

Art. 234. Tecnología más limpia. Las empresas, en el transcurso de la sustitución de tecnologías, deberán adoptar medidas para alcanzar procesos de producción más limpia como, por ejemplo:

7. Manejo sustentable y valoración adecuada de los recursos naturales; y,
8. Responsabilidad intra e intergeneracional (Asamblea Nacional Constituyente, 2017).

Además, menciona que existen incentivos de tipo tributario y otros de tipo económico para la promoción de la eficiencia energética (Asamblea Nacional Constituyente, 2017).

2.4.Marco contextual

2.4.1. La matriz energética en Ecuador. En el periodo de 1970 – 2008 la demanda de energía primaria total en Ecuador creció en 4,1% anual. Es así como, en casi cuarenta años la demanda de energía paso de 18,3 millones de barriles equivalentes de petróleo en 1970 a 86 millones de barriles equivalentes de petróleo en 2008, es decir, se ha multiplicado en un factor de 4,7. Al comparar el crecimiento de la demanda de energía en el periodo 1980

– 2006, Ecuador tuvo un índice de crecimiento de 2,74%, por encima del índice de la región (2%) y del índice mundial (1,6%) (Castro, 2011).

Gracias al inicio de la explotación petrolera, en Ecuador se da una creciente demanda de energía, ya que, empezó la modernización de su economía y por ende un mayor crecimiento económico. En la década de 1970 – 1980 hubo la mayor tasa de crecimiento 6,7%, época en la que inició la modernización del país, un creciente uso de combustibles fósiles para transporte y cocción, favorecido por la política de subsidios a gasolina, diésel y gas. El menor crecimiento se llevó a cabo en el periodo 1980 – 1990 (1,6%), incrementándose para 1990 – 2000 (2,5%) y entre 2000 y 2008 ha presentado un ritmo mayor a 3,5% (Castro, 2011).

La matriz energética en el país ha variado, en la década de los 70's se basaba en casi su totalidad en petróleo y biomasa, al 2008 se basa en petróleo, gas natural, biomasa e hidroelectricidad. El petróleo ha tenido una participación creciente hasta el 2008 al igual que la hidroelectricidad (en menor intensidad) mientras que la biomasa ha decrecido en su participación en la matriz. Dicho crecimiento de la demanda de energía tiene como factor principal la creciente demografía poblacional y la tendencia a la urbanización (Castro, 2011).

Las fuentes de energía renovable en la matriz energética históricamente no han desempeñado ningún papel, pero gracias a los diversos proyectos de desarrollo, favorecidos por la difusión de tecnologías e incentivos internacionales como los mecanismos de desarrollo limpio, esto ha dado un giro (Castro, 2011). Por esto, para el año 2012 la oferta de energía renovable representó el 4,2% de la oferta total de energía. Sin embargo, el petróleo sigue siendo la base de la matriz energética lo que ocasiona junto con las importaciones de sus derivados un grave detrimento para la economía ecuatoriana (Muñoz Vizhñay, 2015).

Debido a que, Ecuador es un país exportador de petróleo (el mayor porcentaje de exportaciones corresponde a este bien), adicionalmente, importa derivados de petróleo y electricidad para completar la oferta total de energía, que en su 90% depende de combustibles fósiles (fuentes energéticas no renovables), lo que convierte a la matriz energética del país en no sostenible, menos aún sustentable y con un alto costo económico y ambiental (López A., 2008).

Durante el gobierno del Econ. Rafael Correa se inició la transición del modelo energético ecuatoriano, para pasar de producción a base de fuentes energéticas no renovables

hacia una producción basada en fuentes renovables. Se inician los planes de construcción de centrales hidroeléctricas y centrales eólicas en el país para aportar al desarrollo de este.

“Bajo este esquema, el Plan Estratégico del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable se constituye en el principal insumo orientador de la gestión institucional y sectorial, al cual se articulan las empresas e instituciones del sector eléctrico en un proceso coordinado, para la realización de estudios, análisis de factibilidad, evaluación de alternativas, ingeniería de detalle, definición del financiamiento y el seguimiento a la construcción de grandes proyectos que permitirán reorientar la matriz energética del país, hacia el autoabastecimiento de electricidad, la exportación de energía eléctrica a nivel regional y el cambio de la matriz productiva.” (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2014)

Con el fin de impulsar una matriz de generación más limpia, segura y asequible, se aprovechará el potencial hidroeléctrico con el que cuenta el país de manera sostenida, de tal manera que la participación de la hidroenergía sea la principal fuente de generación eléctrica. Es así como, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable seguirá fomentando la incorporación paulatina de hidroenergía a la matriz de generación eléctrica del Ecuador en el corto, mediano y largo plazo (Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, 2016).

2.4.2. Los recursos hídricos. “Nuestro país cuenta con 29 sistemas hídricos compuestos por 79 cuencas. La vertiente del pacífico está conformada por 22 sistemas hídricos que cubren el 48,07%, equivalente a 123.243 km² de superficie. La vertiente del Amazonas está conformada por 7 sistemas que cubren el 51,41%, equivalente a 131.802 km² de superficie nacional. El restante 0,52% de territorio corresponde a la región insular de Galápagos con 1.325 km²” (Roldán Chiriboga, s.f.).

Tabla 2: Extensión de las demarcaciones hidrográficas

Fuente: Datos tomados de SENAGUA, 2011. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez

Entre la región Sierra y la cuenca del río Guayas en la región Costa se asienta la mayor parte de la población. En contraste con la región Amazónica donde únicamente vive el 4% de la población nacional y es la región con el mayor potencial hídrico del país (88%); en el

anexo 1 se puede apreciar la distribución espacial del recurso en el territorio ecuatoriano.

Demarcación Hidrográfica	Cantidad de Unidades Hidrográficas	Extensión Km²
Guayas	419	43.181,86
Manabí	57	11.933,39
Napo	6	65.206,18
Puyango – Catamayo	46	10.859,97
Esmeraldas	147	32.078,27
Jubones	23	11.409,29
Mira	58	6.847,54
Pastaza	12	32.154,88
Santiago	11	34.445,91
Galápagos	1	8.225,71
Total	740	256.370,00

(SENAGUA, 2012)

Como se puede observar en el anexo 1, la disponibilidad en el Pacífico, siendo alta, ya no está tan alejada del valor crítico de 2.000 m³/hab./año. Sin embargo, haciendo un análisis por cuencas, se comprueba que existen en el país cuencas con disponibilidades inferiores al referido valor, estas son: Carchi, Cojimíes, Jama, Chone, Portoviejo, Jipijapa, Guayas, Zapotal, Taura, Balao y Arenillas – Zarumilla. Si se tiene en cuenta la regulación artificial instalada, la situación mejora para las siguientes cuencas: Chone, Portoviejo, Guayas, Zapotal y Arenillas – Zarumilla. (SENAGUA, 2012)

Los recursos subterráneos son poco conocidos, la información disponible es limitada y se requiere realizar importantes investigaciones para desarrollar una base de datos confiable. Sin embargo, se puede decir que en la mayor parte del Ecuador existe agua subterránea dulce disponible, indicándose que en los valles del Callejón Interandino los acuíferos son pequeños, mientras que los más abundantes se localizan en la cuenca del río Guayas y en los aluviones del Oriente. (SENAGUA, 2012)

“El Ecuador es un país que posee una importante cantidad de recursos hídricos, que se originan en su mayoría en la cordillera de los Andes y cuyo caudal se modifica por condiciones climáticas y geográficas a lo largo de su recorrido” (Roldán Chiriboga, s.f.).

Según datos de la OLADE (Organización Latinoamericana de Energía) al año 2016 Ecuador se encuentra entre los diez países con mayor potencial hidroeléctrico en América Latina, con aproximadamente 25 GWh de potencia (OLADE, 2016). Y que por el contrario el aprovechamiento de estos recursos se encuentra por debajo del 10% (OLADE, 2012).

En un estudio desarrollado por el desaparecido INECEL sobre pequeñas centrales hidroeléctricas, se determinó una cantidad importante de las mismas sobre las distintas cuencas hidrográficas, se contabilizaba alrededor de 50 proyectos que alcanzaban alrededor de 200 MW de potencia. Cabe destacar, que las pequeñas centrales hidroeléctricas tienen ventajas sobre las medianas y las grandes, ya que el impacto ambiental que generan es prácticamente nulo, un costo más bajo y los sitios de desarrollo para las mismas son abundantes. (Roldán Chiriboga, s.f.)

2.4.3. La energía y su aporte al desarrollo. Con el pasar del tiempo las fuentes energéticas han representado un importante factor para el desarrollo del hombre, desde el descubrimiento del fuego hasta la electricidad, que ha multiplicado por mil las aplicaciones de la energía. A pesar de que los efectos de la energía en la sociedad son positivos, el desarrollo conseguido no ha sido homogéneo. Datos recopilados de la Agencia Internacional de Energía (AIE) muestran que, aproximadamente el 40% de la población mundial al año 2007 basaba su consumo en energías poco eficientes (Alonso Garrido, 2009).

No sorprende el hecho de que países que tienen bajo Índice de Desarrollo Humano sean en los que se hace mayor uso de la energía a base de biomasa, de origen vegetal o animal, el uso que se le da es para cocina, calefacción e iluminación. Gracias a las condiciones en las que, por lo general, se encuentran las cocinas y calderas en las que se quema la biomasa¹, estas representan impactos negativos en la salud de quienes las usan. Según estadísticas de la AIE más personas mueren por contaminación procedente de biomasa que de malaria en países pobres (Alonso Garrido, 2009).

Esto nos lleva a revisar el modo de vida de una persona que habita en países pobres, que debe salir a diario a buscar su fuente de energía² a costa del uso de la propia para subsistir, debe recorrer diariamente largos caminos para recolectar leña y si de esta depende su supervivencia no tomará en cuenta el grave daño al ecosistema que ocasiona. Es decir,

¹ Se encuentran dentro de las casas que suelen ser lugares con poca ventilación en espacios reducidos.

² Actividad que por lo general recae en las mujeres y niños que son los que pasan la mayor parte del tiempo en el hogar. Lo que reduce el tiempo para que, al menos, los niños desarrollen actividades escolares y de aprendizaje. Lo que corta aún más las posibilidades de salir del círculo de la pobreza.

las personas en ciertos países no tienen acceso a energía de calidad que permita mejorar su nivel de vida (Alonso Garrido, 2009).

Entonces, son las mismas condiciones que brinda el sistema mundial las que no permiten a los pobres salir de la pobreza. Se entiende entonces que el Índice de Desarrollo Humano tiene relación directa con el acceso a la energía; entre más acceso a la misma mayor es el Índice de Desarrollo Humano de una población y viceversa. El problema de la falta de acceso a fuentes energéticas de calidad se agudiza en países del continente africano y la región latinoamericana.

Para lograr concluir la relación entre energía eléctrica y desarrollo no es simplemente el hecho de ver el servicio como tal, sino las distintas actividades que requieren del mismo para llevarse a cabo a diariamente y que nos permiten llevar un estilo de vida estable, van desde actividades en el hogar, trabajo, escuela, comercio, hasta los hospitales o farmacias. Entonces, luego de la evidencia analizada es lógico señalar el hecho de que el acceso a la energía es indispensable para el desarrollo pleno de las capacidades de todas las personas en el mundo (Alonso Garrido, 2009).

2.4.4. Energías renovables y la economía. El sistema energético predominante en la actualidad se caracteriza por tener una mayor participación de combustible fósiles, por esto, todas las empresas que brindan el servicio de cualquier tipo de energía responden a esta lógica. Según (Miguélez, 2003) en este contexto, donde el agotamiento de los recursos fósiles parece evidenciarse con claridad, el uso alternativo y complementario de las energías renovables para garantizar el suministro energético con una menor carga ambiental parece una solución factible (Regueiro Ferreira, 2011).

Mediante tres enfoques teóricos se puede deducir argumentos a favor y en contra del desarrollo de energías renovables y del interés para la economía en su conjunto: la economía institucionalista, la economía ecológica y la economía de la energía.

▪ La economía institucionalista según (Ramos, 2000a, pp. 120-121) se entiende como el análisis económico del marco institucional necesario para alcanzar una economía con mayor relevancia práctica y desarrollar marcos globales de solución. Así, se dirá que las instituciones están formadas por el conjunto de regulaciones –instituciones formales–, actitudes, aptitudes, tradiciones, convenciones sociales –instituciones informales–, que en conjunto regulan el comportamiento de las personas en su actividad social (Regueiro Ferreira, 2011).

El papel de la economía institucionalista debe ser evaluado desde tres elementos claves, ya que, la problemática mencionada anteriormente está relacionada con las energías renovables, campo en el que es significativo todo avance técnico. El primer elemento es considerar que la intervención pública no puede ser ajena a las disposiciones técnicas y tecnológicas de cada momento, para poder actuar de elemento ordenador y evitar la posible lesión que puede provocar sobre el medio ambiente (Regueiro Ferreira, 2011).

El segundo ser conscientes de la interdependencia que existe entre el entorno institucional y el marco tecnológico, ya que los avances técnicos pueden permitir desarrollar nuevos procesos vistos como imposibles desde las instituciones. Finalmente, en las políticas públicas de gestión de recursos naturales, el apoyo de la técnica debe actuar como complemento del marco institucional y no como un elemento sustitutivo de esta (Regueiro Ferreira, 2011).

- La economía ecológica de acuerdo con (Passet, 1996) estudia la sostenibilidad considerando las relaciones entre los subsistemas económicos dentro de un sistema de rango superior: el conjunto de las relaciones sociales que, a su vez, forma parte de otro que es la naturaleza o biosfera. Además (Carpintero, 2005, pp. 113-194) menciona que la sociedad utiliza materiales o energía de la naturaleza y expulsa residuos y energía disipada a través de un proceso metabólico –social– que aumenta la entropía (Regueiro Ferreira, 2011).

El análisis que se propone desde este enfoque es de carácter transdisciplinar y holístico, dada la complejidad de los problemas por atender. Por otra parte, la incertidumbre sobre muchas acciones sociales y económicas presupone adoptar una actitud prudente – principio de precaución– donde tenga cabida la participación de los colectivos implicados. Desde esta perspectiva existe un vínculo con el interés que deben tener las instituciones, tal y como acabamos de destacar (Regueiro Ferreira, 2011).

- La economía de la energía trata la evolución de los sectores energéticos como un elemento clave del sistema económico contemporáneo, donde el sistema energético no destaca por ser respetuoso con el medio ambiente ni sostenible en el tiempo. En este caso, los problemas ambientales inherentes a los procesos de transformación y uso de la energía son tratados desde la perspectiva de las externalidades, considerados como elementos que, incluso no siendo deseados, afectan al medio ambiente, a los ciudadanos, y provocan conflictos distributivos en las regiones y en las generaciones (Regueiro Ferreira, 2011).

2.4.5. Evolución de la matriz energética mundial y regional. El total de energía demandada y utilizada es expresada en la matriz energética. La energía primaria engloba las energías que se encuentran en la naturaleza y que no han sufrido ningún proceso de conversión³ y los combustibles crudos (petróleo, carbón y biomasa). En tanto, la energía secundaria es la resultante de la transformación de las fuentes de energía primaria (Castro M. , 2011).

El consumo de energía primaria en los últimos 200 años ha crecido veinte veces mientras la población se ha multiplicado por seis. El incremento acelerado de energía mundial parte después de la Segunda Guerra Mundial, el cual se relaciona estrechamente al crecimiento poblacional y al crecimiento económico, en particular en los países desarrollados durante los años post guerra. Por esto, desde 1970 al presente se ha duplicado el consumo mundial de energía (Castro M. , 2011).

A partir del año 1980 a la actualidad la matriz energética mundial se basa en petróleo, pero su participación en términos porcentuales es decreciente, espacio que ha sido ocupado por otras fuentes de origen fósil como el gas natural y principalmente el carbón. Según datos de la AIE (2008) los combustibles fósiles cubren cerca del 80% del total de energía primaria consumida en el mundo (Castro M. , 2011).

La biomasa y desperdicios han representado el 10% de la matriz energética en 1980 y en 2006, como ya se mencionó, existe una gran parte de la población que usa este tipo de energía ineficientemente que ocasiona un grave detrimento en la salud, el medio ambiente y la productividad económica de sus usuarios. Por otra parte, la energía nuclear al 2006 representaba el 6% de la matriz energética mundial porcentaje que se incrementó debido a las nuevas centrales nucleares en economías emergentes (China, India y Brasil) (Castro M. , 2011).

En cuanto a las energías renovables dentro de la matriz energética mundial entre 1980 y 2006 la energía hidráulica ha mantenido prácticamente constante su participación con un 2%. Las demás fuentes de energía renovable han crecido en el periodo de 0,2% a 0,6% del total de la matriz energética mundial, se espera que estas tomen una participación mayor con el pasar de los años debido a los avances tecnológicos y su ventaja en costos (Castro M. , 2011).

Para el año 2015 la capacidad hidroeléctrica mundial alcanzo 1.064 GW según datos de la Red de Políticas en Energía Renovable para el Siglo 21 (REN21), destacando la

³ En otras palabras, los recursos naturales disponibles: energía eólica, solar e hidráulica. (Castro M. , 2011)

participación de China que representa el 27,9% del total, Brasil con el 8,6%, Estados Unidos y Canadá tienen una participación muy similar con 7,5% y 7,4% respectivamente y finalmente Rusia e India con tres puntos porcentuales menos que los dos países anteriores casi igualan su participación con 4,5% y 4,4% cada uno. Entre los países que añadieron la mayor capacidad de energía hidroeléctrica se encuentran China (+16,1 GW), Brasil (+2,5 GW) y Turquía (+2,2 GW) (Red Mundial de Políticas en Energía Renovable , 2016).

La tendencia de que el mayor consumo de energía se da en países en desarrollo, la confirma la creciente demanda de energía en la región latinoamericana cuya tasa promedio anual (2%) se ubica por encima de la mundial (1,6%). En poco más de 20 años la demanda de energía en América Latina tuvo un incremento del 78%. Respecto a la demanda mundial de energía primaria la proporción que representaba la región fue del 4,1% en 1980 para crecer a 5,1% en 2008 (Castro M. , 2011).

Gracias a la modernización de combustibles para cocción, calefacción e iluminación en los países de la región, la estructura de la matriz energética en América Latina pasó de en 1985 componerse de un 69% de combustibles fósiles a incrementarse en 2008 con un 73% su dependencia de combustibles fósiles. En la región esta tendencia creciente de consumo de energía es explicada parcialmente por el crecimiento poblacional y la tendencia de urbanización de esta (Castro M. , 2011).

Entre los años 2000 y 2008 el 66% del total de electricidad generada provino de fuentes hidroeléctricas. Y esto aún puede ser mayor debido a los proyectos que se ha ejecutado y están en proceso de ejecución en la región, ya que el potencial hidroeléctrico de la región es muy elevado y no se explota en su totalidad. En cuanto a otras energías alternativas como por ejemplo la geotérmica que en 20 años duplicó su participación porcentual en la región pasando de 1% a 2% (Castro M. , 2011).

La producción de biocombustibles se considera la segunda energía renovable más importante en la región (2%). Un claro ejemplo es Brasil, su producción de etanol representa el 99%, de lo cual 79% es para consumo interno y el 19% se exporta. Colombia, Venezuela, Costa Rica y Guatemala son otros países con proyectos ambiciosos de producción de etanol a base de caña de azúcar y Argentina con biodiesel a base de soya. La energía nuclear en la región aportó el 1% del total de la matriz en 2008, existe con tecnología de fisión en Brasil, Argentina y México, siendo el primero el que aporta con más de la mitad del total de energía nuclear producida en la región (Castro M. , 2011).

2.4.6. Políticas públicas enfocadas al cambio de matriz energética. El fin que persigue el régimen de desarrollo y el sistema económico social y solidario, de acuerdo con la Constitución del Ecuador, es alcanzar el Buen Vivir; se espera llegar a través de la planificación, entre los deberes del Estado está: “planificar el desarrollo nacional, erradicar la pobreza, promover el desarrollo sustentable y la redistribución equitativa de los recursos y de la riqueza, para acceder al Buen Vivir” (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2014).

La planificación nacional se encuentra a cargo de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), la cual debe ser de forma participativa, incluyente y coordinada encaminada al logro del Buen Vivir. Además, orienta la inversión pública hacia el cumplimiento de objetivos y metas establecidos en la planificación, así también realiza un monitoreo, seguimiento y evaluación del cumplimiento de las metas; llevando la administración pública a ser transparente, eficiente y participativa (SENPLADES, s.f.).

▪ **Plan Nacional del Buen Vivir 2013 – 2017.** En lo referente a políticas aplicadas en el Ecuador, desde el año 2009, el referente en planeación y que alberga políticas públicas nacionales ha sido el Plan Nacional de Desarrollo elaborado por la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES). El Plan Nacional para el Buen Vivir (PNBV) 2013 – 2017 se asentaba sobre tres ejes, dentro del último eje se encuentra lo relacionado con la transformación económica y productiva del país, en el mismo se encuentran las políticas nacionales bajo las que se enmarca el cambio de matriz energética.

En del tercer eje del PNBV 2013 – 2017 se contemplaba la necesidad del cambio de la forma de producir y la forma de consumir, consolidando el sistema económico social y solidario, garantizando el trabajo digno, asegurando los sectores estratégicos y garantizando la soberanía y a paz y la integración latinoamericana. Cabe destacar la importancia de las políticas relacionadas con los sectores estratégicos, ya que la energía es parte de este grupo (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2014).

Se considera que para el sistema productivo la energía es como el flujo sanguíneo de este, por lo que se intenta minimizar el riesgo en el abastecimiento energético para la productividad sistémica a través del incremento de energía obtenida de fuentes renovables y del fortalecimiento del stock de energía nacional no renovable, además, de una gestión adecuada de la demanda energética (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - SENPLADES, 2014).

Tabla 3: Políticas alineadas al cambio de matriz productiva del Plan Nacional para el Buen Vivir.

Objetivo	Políticas
10. Impulsar la transformación de la matriz productiva	<ul style="list-style-type: none"> - Diversificar y generar mayor valor agregado en la producción nacional. - Diversificar y generar mayor valor agregado en los sectores prioritarios que proveer servicios. - Impulsar las condiciones de competitividad y productividad sistémica necesarias para viabilizar la transformación de la matriz productiva y la consolidación de estructuras más equitativas de generación y distribución de la riqueza.
11. Asegurar la soberanía y eficiencia de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica.	<ul style="list-style-type: none"> - Reestructurar la matriz energética bajo criterios de transformación de la matriz productiva, inclusión, calidad, soberanía energética y sustentabilidad, con incremento de la participación de energía renovable. - Gestionar el recurso hídrico, en el marco constitucional del manejo sustentable y participativo de las cuencas hidrográficas y del espacio marino.

Fuente: Información tomada del Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 – 2017. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

En la tabla 3 se aprecia los dos objetivos que se relacionan con el tema de la presente investigación, junto con las políticas que tienen relación de forma directa o indirecta con el cambio de la matriz energética. Se observa temas como el incremento de valor agregado en la industria ecuatoriana, ya que para lograr esto será necesario mejorar la matriz energética, producir energía sustentable, de calidad y que sea bien gestionada. Y sobre todo para preservar el medio ambiente y los recursos naturales.

▪ **Plan Nacional Toda Una Vida 2017 – 2021.** En lo que concierne al actual Plan Nacional de Desarrollo en temas de matriz energética y de uso de energías renovables, las

políticas trazadas para lograr los objetivos 3 y 5; en el objetivo 3 se menciona que la consolidación del cambio de matriz productiva y energética son base para generación de empleo y riqueza y a su vez contribuyen a la conservación y mantenimiento de nuestro patrimonio natural; mientras que el objetivo 5 reafirma la necesidad de la buena gestión de los recursos de los sectores estratégicos para el cambio de matriz productiva (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - SENPLADES, 2017)

Tabla 4: Políticas alineadas al cambio de la matriz energética del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida.

Objetivos	Políticas
3. Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones.	<ul style="list-style-type: none"> - Promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global. - Impulsar la economía urbana y rural, basada en el uso sostenible y agregador de valor de recursos renovables, propiciando la corresponsabilidad social y el desarrollo de la bioeconomía.
5. Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria.	<ul style="list-style-type: none"> - Garantizar el suministro energético con calidad, oportunidad, continuidad y seguridad, con una matriz energética diversificada, eficiente, sostenible y soberana como eje de la transformación productiva y social. - Fomentar la producción nacional con responsabilidad social y ambiental, potenciando el manejo eficiente de los recursos naturales y el uso de tecnologías duraderas y ambientalmente limpias, para garantizar el abastecimiento de bienes y servicios de calidad.

Fuente: Datos tomados del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

Al igual que en el PNBV, el Plan Toda una Vida hace referencia a la importancia de abastecer al país de una energía limpia, eficiente y sustentable para poder tener una mejor industria, que sea menos contaminante y encaminada hacia el uso de tecnologías limpias.

Incluye la importancia de todo lo anterior para lograr un desarrollo sostenible y potenciar el aparato industrial ecuatoriano mediante mejor aprovechamiento de recursos naturales y el respeto al medio ambiente.

- **Plan Estratégico 2014 – 2017 del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.** Dentro de la planificación del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) se encuentran diversas políticas que se articulan a las políticas intersectoriales elaboradas por el Ministerio Coordinador de los Sectores Estratégicos y a su vez a las políticas y lineamientos del PNBV 2013 – 201. A continuación, se mencionan las de mayor connotación de acuerdo con el tema en análisis:

Tabla 5: Alineación de la planificación sectorial al Catálogo De Políticas Sectoriales.

Objetivo del PNBV 2013 – 2017	Política del PNBV 2013 – 2017	Políticas intersectoriales	Políticas del sector eléctrico	Objetivos estratégicos institucionales.
Objetivo 11: Asegurar la soberanía y eficiencia de los Sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica.	Reestructurar la matriz energética bajo criterios de transformación de la matriz productiva, inclusión, calidad, soberanía energética y sustentabilidad, con incremento de la participación de energía renovable.	Política 1: Reestructurar la matriz energética bajo criterios de transformación de la matriz productiva, inclusión, calidad, soberanía energética y sustentabilidad, con incremento de la participación de energía renovable.	Política 1: Garantizar el suministro de energía eléctrica con criterios de eficiencia, sostenibilidad, calidad, continuidad y seguridad.	Incrementar la oferta de generación y transmisión eléctrica.
			Política 2: Promover la producción y el uso eficiente de la energía eléctrica.	Incrementar el uso eficiente de la demanda de energía eléctrica.
			Política 3: Incrementar el nivel de modernización, investigación y desarrollo tecnológico en el sector eléctrico.	Incrementar la eficiencia de las empresas de distribución.
			Política 5: Democratizar los servicios públicos de electricidad, tecnologías de la información y comunicación y agua para sus diferentes usos.	Incrementar la cobertura del servicio eléctrico en el país.
			Política 6: Fortalecer el régimen de protección de ecosistemas naturales y los Servicios ambientales.	Reducir los impactos socioambientales del Sistema Eléctrico.
			Implementar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático para reducir la vulnerabilidad económica y ambiental con énfasis en grupos de atención prioritaria.	

Fuente: Información tomada de Plan Estratégico Institucional 2014 – 2017 del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

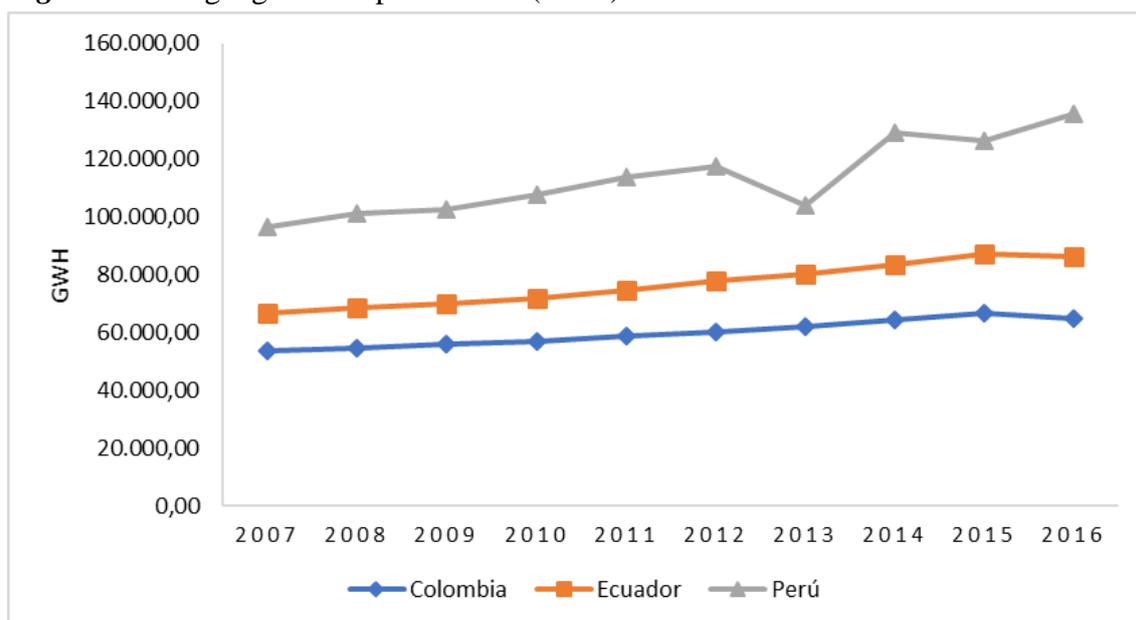
En la tabla anterior se puede apreciar que tres son las políticas intersectoriales a las que se alineaban las políticas del sector eléctrico planteadas en el Plan Estratégico Institucional 2014 – 2017 del MEER, de las cuales además de hacer referencia directamente a energía eléctrica, también, menciona el cuidado del medio ambiente al que se comprometían para alcanzar el Buen Vivir. Para la presente investigación se analizará a fondo lo relacionado con la generación de energía eléctrica que se encuentra en la política 1 del sector eléctrico.

2.4.7. Análisis comparativo del crecimiento energético con países vecinos.

En este apartado se elaborará una línea base con respecto a indicadores claves para conocer cómo se ha comportado en el tiempo la producción de plantas generadoras, la demanda y cuáles han sido los países a los que Colombia, Perú y Ecuador han comprado energía. Se toma estos dos países vecinos ya que geográficamente se encuentran seguidos y son los dos países con los que Ecuador ha tenido relaciones comerciales en materia energética.

Al hacer una revisión histórica de la generación de energía eléctrica en los tres países, se evidencia la superioridad de generación de Colombia, que en el periodo 2007 al 2016 en promedio cada año ha producido 59.714 GWh durante este periodo, en segundo lugar, se encuentra Perú con 36.810,9 GWh y finalmente Ecuador con 16.905,56 GWh. Cabe destacar que por la densidad poblacional que posee cada nación, no sorprende que Colombia sea la nación de mayor capacidad de generación y Ecuador el que tiene la menor generación.

Figura 8: Energía generada para el SNI (GWh)

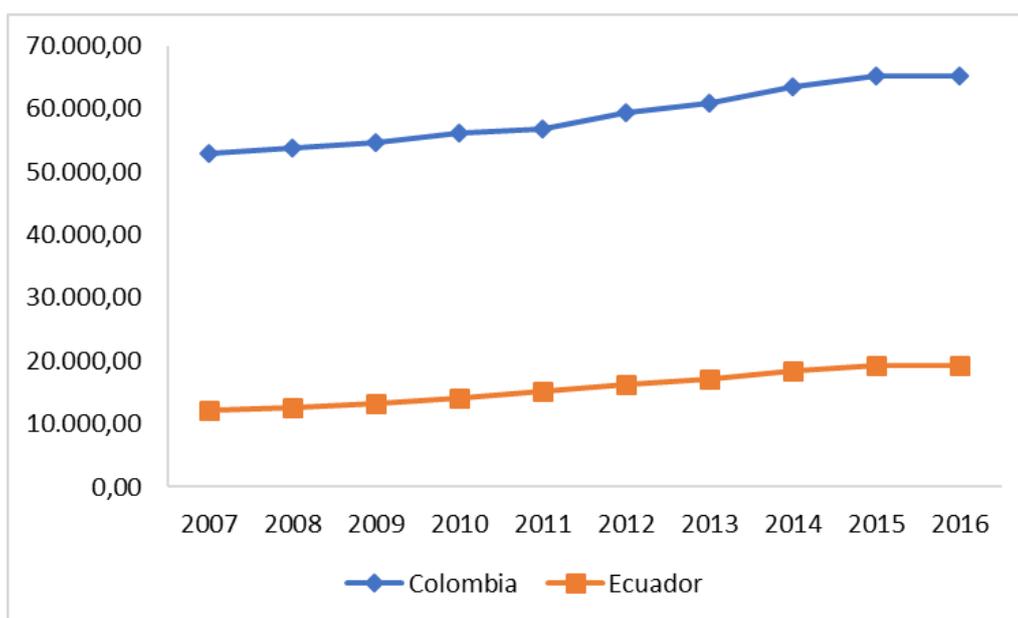


Datos tomados de la página web del Ministerio de Energía y Minas de Colombia, Banco Interamericano de Desarrollo, Ministerio de Energía y Minas de Perú y de la Estadística Anual y Multianual del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2016. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

Como se puede apreciar en la figura 8 la tendencia creciente para los tres países confirma lo antes mencionado, y adicionalmente el hecho de que la tasa de crecimiento promedio poblacional sea menor que la tasa de crecimiento promedio de generación eléctrica, en parte explica que las ambiciones de estos tres países por exportar este servicio. Pero, es necesario que se realice mayor inversión en este sector para poder realizarlo ya que, se necesita mayor infraestructura.

En cuanto a la demanda de energía se realizó una gráfica para el análisis comparativo de Ecuador y Colombia, se muestra que la demanda de energía eléctrica de Colombia ha sido históricamente aproximadamente cuatro veces superior en promedio a la demanda de Ecuador, como se aprecia en la figura a continuación, este indicador también posee para ambos países una tendencia creciente, en el caso colombiano la demanda ha sido creciente con excepción del 2016 año que tuvo un decrecimiento y para el caso de Ecuador la demanda si se ha mantenido en constante crecimiento hasta el año de corte.

Figura 9: Demanda de energía eléctrica (GWh) 2007 – 2016.



Datos recopilados de la página web del Sistema Nacional de Información y del Ministerio de Energía y Minas de Colombia. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

El comportamiento experimentado por la demanda de energía eléctrica de ambos países se encuentra de acuerdo al comportamiento de la demanda mundial que está en crecimiento constante, por factores ya mencionados, como lo es el incremento poblacional. En el caso colombiano puntualmente el decrecimiento de la demanda se le puede atribuir

adicionalmente a la crisis que hubo en el 2016 debido al fenómeno de El Niño que condujo a una reducción de la generación del servicio eléctrico.

Figura 10: Exportaciones netas (GWh).



Datos adaptados de la página web del Ministerio de Energía y Minas de Colombia y de la Estadística Anual y Multianual del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2016. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

En la figura 10 se observa las exportaciones netas tanto de Colombia como de Ecuador, históricamente la balanza comercial energética de Colombia ha sido positiva, contraria a la de Ecuador. En el año 2016 el panorama cambia totalmente al invertirse los papeles, año en el que entraron en funcionamiento las dos más grandes hidroeléctricas que se construyó en Ecuador (Coca Codo Sinclair y Sopladora), a pesar de que las exportaciones netas no sean representativas en volumen, estas en el 2016 representaron alrededor de \$29 millones, cifra considerable para los ingresos del país.

Además, se observa que ambas balanzas comerciales han tenido históricamente una tendencia similar, aunque la de Colombia positiva y la de Ecuador en cifras negativas, se evidencia una inestabilidad, ya que un año había un incremento y al siguiente año disminuía el valor de exportaciones netas para ambos países, hasta el año 2013 pero para el año 2014 en adelante se evidencia un decrecimiento constante para el lado de Colombia y para Ecuador un incremento.

El mayor socio comercial de Ecuador en materia energética es Colombia y viceversa, esto explicaría las tendencias similares en sus balanzas comerciales, ya que, si uno de ellos aumenta sus exportaciones las importaciones del otro incrementan y viceversa. Aunque además de Colombia, también Ecuador exporta a Perú, aunque en menor cantidad. Por el lado de Colombia, su otro comprador de energía es Venezuela al que exporta en menor

cantidad. Colombia al igual que Ecuador han exportado a sus compradores menores energía durante siete años dentro del periodo 2007 – 2016.

2.5. Marco teórico

Los proyectos hidroeléctricos responden a la necesidad de incrementar la producción de energía eléctrica en una nación determinada básicamente. Pero detrás de esta necesidad básica existen diversos contextos dentro de los cuales se puede suscitar la construcción de una hidroeléctrica, y se debe tomar en cuenta que estos proyectos no están alejados de las teorías económicas.

Entre las teorías a las que responden estos proyectos principalmente se encuentran las relacionadas al desarrollo, como ya se refirió con anterioridad al hacer el planteamiento del problema. Sobre las teorías del desarrollo económico y social se puede hablar de la teoría de la modernización, teoría de los sistemas mundiales, directamente, a la teoría de la globalización.

De la teoría de la modernización establece que las sociedades modernas son más productivas, los niños están mejor educados, y los necesitados reciben más beneficios. El análisis de Smelser afirma que las sociedades modernas tienen el aspecto particular de la diferenciación estructural, es decir, una definición clara de las funciones y papeles de las instituciones (Reyes, 2009).

La teoría de la modernización se puede plantear que es un proceso homogenizador, en este sentido se puede plantear que la modernización genera tendencias convergentes entre sociedades. Es un proceso progresivo que a largo plazo no se puede evitar convirtiéndose este en un proceso deseable para toda sociedad. Además, la modernización es un proceso largo que se basa más en la evolución que en un salto revolucionario (Reyes, 2009).

En su análisis Ribeiro (1985) se centra en enfatizar las características de los “proyectos de desarrollo” que él denomina “Proyectos de Gran Escala” (PGE), donde resalta la participación de distintos actores sociales y destaca la distinción de varios niveles de intervención (internacionales, nacionales, regionales y locales), siendo su intención localizar y delimitar empíricamente las redes sociales que efectivamente realizan las conexiones entre aquellos diferentes niveles de poder (Balazote & Radovich, 2008).

El concepto mencionado de PGE se caracteriza por tres rasgos distintivos: el aislamiento, el gigantismo y la temporalidad. “De este modo, los PGE constituyen una

intervención, nacional o binacional, con una marcada presencia de organismos internacionales y que poseen, además, una clara intencionalidad geopolítica. Por otra parte, exigen disponer de elevadas sumas de capital y la provisión de una gran cantidad de fuerza de trabajo” (Balazote & Radovich, 2008).

Sobre “el gigantismo” de estos emprendimientos se requiere que intervenga una corporación con poder y gran dimensión para que lleve a cabo todo el proceso. En cuanto al aislamiento Ribeiro (1985) considera que es relativo y se relaciona más a aspectos socioeconómicos (falta de infraestructura, dificultad de contratación de mano de obra calificada, etc.), más que geográficos (refiriéndose al aislamiento de la zona donde se construyen las obras) (Balazote & Radovich, 2008).

En cuanto a la temporalidad Ribeiro (1985) indica que los PGE constituyen sistemas identificables en el tiempo, constan de un comienzo y un aproximado de fin; puntos clave como la fecha de inauguración y su utilización como acelerador del ritmo de obra, así como, el contenido político de un discurso inaugural confirma el carácter temporal de esta modalidad productiva (Balazote & Radovich, 2008).

Otro importante aporte del autor es que señala que los PGE se legitiman a través del concepto de “Ideología de la redención”, se basa en la ideología del progreso, que muchas veces toma forma de desarrollismo, sugiere que los PGE suministraran desarrollo a una región brindando bienestar a toda la población por lo que son positivos. Los elementos condensados en esta formulación ideológica varían según la naturaleza de la obra, su importancia para la región o el país, y las particularidades históricas y culturales del medio en que se levantara (Balazote & Radovich, 2008).

Sobre el tema de desarrollo para las localidades en las que se construyen este tipo de obras Scudder y Colson (1982) mencionan que es equivoco que las políticas relacionadas a estos grandes emprendimientos estén destinadas a beneficiar a los afectados por las relocalizaciones, ya que, el concepto es muy ambiguo y no menciona cuales son los sectores sociales que se benefician con el proyecto y quiénes resultan perjudicados con el supuesto “desarrollo”. Es importante denotar que no existe una “ley de desarrollo” homogénea que produzca un impacto regular en todos los sectores involucrados (Balazote & Radovich, 2008).

Respecto a los procesos de consolidación de un poder político altamente centralizado al que obedecen las grandes obras hidráulicas Marx, Weber y Wittfogel postularon la teoría

de las sociedades hidráulicas en la que las obras de control hidráulico estaban asociadas al control político centralizado, según Melville (1991) en esta teoría las formas adaptativas tenían una relación causal respecto al sistema político autoritario (López Cortés , 1992).

Los autores Edward Goldsmith y Nicholas Hildyard en su artículo “La Política de la Construcción de Presas” argumentan que las presas no se construyen en un vacío político, significan votos y prestigio para los políticos. Por lo tanto, la batalla de la construcción de presas es imposible de ganar contra el poder del Estado. Implica que, en el Moderno Modo de Producción Capitalista con la construcción de presas hidroeléctricas, se benefician solo los miembros de las estructuras axiales y coaxiales en segundo lugar al ensamble adaptativo con la naturaleza para generar energía útil para la expansión del sistema (López Cortés , 1992).

Capítulo III

Metodología de la investigación

La metodología dota al investigador de una serie de herramientas para poder realizar un trabajo de investigación eficiente y eficaz. Se puede decir que la metodología es un conjunto de pasos estructurados sistemáticamente que se relacionan entre sí, un conjunto de conceptos, principios y leyes que llevan a la correcta realización de un trabajo investigativo, es decir, que se pueda alcanzar un resultado teóricamente válido.

3.1. Tipo de investigación

Para la presente investigación se empleará una metodología en la cual se realizará una revisión bibliográfica, análisis de datos estadísticos cuantitativos obtenidos a partir de fuentes secundarias para determinar sus incidencias; a la vez se analizará cualitativamente los tres proyectos emblemáticos y la incidencia de estos en el cambio de matriz energética. Por esto el enfoque del trabajo es cuali-cuantitativo.

La presente investigación es de tipo descriptiva, ya que pretende a través de la recolección de datos cuantitativos interpretar un fenómeno de estudio que parte de una revisión teórica y conceptual del tema en estudio. El uso de este tipo de investigación permitirá observar el fenómeno y describir su comportamiento sin influir en él de ninguna manera. El enfoque que se otorga a este trabajo es cualitativo, ya que, se emplea la recolección y análisis de datos para dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas en el proceso de interpretación (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

Según Bonilla y Rodríguez (2000) el método cualitativo está orientado a profundizar casos específicos y no a generalizar, su principal objeto es cualificar y describir un fenómeno social a partir de rasgos determinantes que se encuentren dentro de la situación en estudio, lo que se contrapone con el objeto del tipo cuantitativo que es netamente de medición (Bernal, 2010).

Entre las ventajas que aporta el enfoque cualitativo se pueden mencionar las siguientes:

- Es muy útil para el análisis de investigaciones de ciencias sociales.

- Permite que fluya en su máxima expresión la interpretación y el análisis de los investigadores.

- Otorga relevancia a los datos analizados dentro del contexto deseado.
- Aporta flexibilidad que facilita el análisis de la problemática planteada.

3.2. Método de investigación

La investigación se ha usado métodos teóricos para su desarrollo. Entre los que se encuentra el deductivo que parte de una recopilación de información a partir de un contexto general para aterrizar en puntos particulares. En la investigación se parte del contexto mundial energético, pasando por el regional tomando una serie de datos y acontecimientos importantes sobre la matriz energética, y finalmente analizando el contexto nacional con respecto al aporte brindado por las hidroeléctricas en estudio al cambio de la matriz energética ecuatoriana.

El uso del método histórico – lógico viene dado por los datos históricos recolectados para los análisis de varios indicadores como oferta, demanda y precios del servicio energético que llevan a descubrir la lógica objetiva del comportamiento del sector energético en Ecuador y su evolución en la última década. Esto permite cuestionar en el desarrollo del trabajo el comportamiento histórico de la matriz energética ecuatoriana.

Además, el método análisis – síntesis permite que se descomponga un todo en partes para analizarlas individualmente y luego mediante la síntesis integrar los componentes separados para analizarlos como un todo, en el caso de la revisión de oferta, demanda y precio se revisan cifras por separado y luego se unen para realizar un análisis profundo de la interacción de estos. Adicionalmente, el estudio del PIB por sectores en primera instancia y finalmente unirlos para analizar su comportamiento en conjunto.

3.3. Población y muestra

El presente trabajo no necesita una muestra para su realización por el tipo de investigación que se usa, porque la información precisada es de acceso público; localizada de recopilación de informes y estudios realizados por entidades nacionales e internacionales sobre matriz energética y las tres centrales hidroeléctricas analizadas.

3.4. Instrumentos de recolección de datos

De acuerdo con Lichtman (2013) y Morse (2012) la información es recolectada por el mismo investigador en una investigación cualitativa, los instrumentos usados en este tipo de

investigación no son estandarizados, por el contrario, las fuentes de datos son variadas (entrevistas, observaciones directas, documentos, grupos focales, material audiovisual, etc.) y permiten conseguir una comprensión profunda del fenómeno en estudio (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

▪ **Observación cualitativa.** No es mera contemplación (“sentarse a ver el mundo y tomar notas”); implica adentrarnos profundamente en situaciones sociales y mantener un papel activo, así como una reflexión permanente. Estar atento a los detalles, sucesos, eventos e interacciones (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Como lo mencionan Miles, Huberman y Saldaña (2013) y Jorgensen (1989) uno de los propósitos fundamentales de la observación en la investigación cualitativa es comprender procesos, vinculaciones entre personas y sus situaciones, experiencias o circunstancias, los eventos que suceden al paso del tiempo y los patrones que se desarrollan (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

La observación de los hechos históricos y los ocurridos en la última década fueron importantes para el análisis de los proyectos hidroeléctricos en el cambio de matriz energética, debido a que, cronológicamente han ocurrido hitos importantes detalladas previamente en materia energética y que han tenido su incidencia en los resultados mostrados en el capítulo siguiente.

▪ **Documentos, registros, materiales y artefactos.** Conforman una fuente valiosa de recolección de datos, según LeCompte y Schensul (2013); Rafaeli y Pratt (2012); Van Maanen (2011) y Zemliansky (2008) son de gran utilidad para el investigador, ya que, le permite conocer los antecedentes de un ambiente, además, las vivencias o situaciones que se reproducen en él y su funcionamiento cotidiano y anormal. Se agrupan en estos instrumentos los documentos escritos de cualquier tipo, fotografías, grabaciones de audio y video, archivos (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Partiendo del concepto anterior para el actual estudio se recurrió a fuentes de información secundarias, es decir, de documentos elaborados por organismos nacionales e internacionales como la Organización Latinoamericana de Energía, el Ministerio de electricidad y Energía Renovable, la Agencia de Control y Regulación de Electricidad, la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo; y el Banco Central.

Adicionalmente, se recogió datos cuantitativos de las páginas web de entidades como Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, Sistema Nacional de Información, junto con las entidades mencionadas en el párrafo anterior que permitieron dar el enfoque cuanti-

cualitativo por la información estadística y relacionada a acontecimientos del sector energético obtenida.

Capítulo IV

Aporte de las hidroeléctricas al cambio de la matriz energética

4.1. Hidroeléctricas en el Ecuador

La principal fuente de energía renovable es la hidroeléctrica, debido a las múltiples ventajas que ofrece como, por ejemplo: tecnología probada, alta eficiencia y nivel de fiabilidad, y costes más bajos de operación y mantenimiento (El Diario de la Energía, 2017). Como anteriormente se detalló el potencial hidroeléctrico ecuatoriano es elevado, por esto desde el año 2013 se plantea la idea de ampliar la generación de energía eléctrica con diversos proyectos para aprovecharlo en beneficio de la población y el medio ambiente.

Hasta el año 2015, según datos de la Agencia de Regulación y Control de la Electricidad, la potencia efectiva hidroeléctrica en el país era de 2.401,52 MW que representaba el 43,2% de la potencia efectiva nacional, en dos años, esto es para el año 2016 la potencia efectiva subió a 4.418,18 MW siendo la fuente hidroeléctrica el 58,1% de la potencia efectiva total.

En un año la potencia hidroeléctrica se incrementó en aproximadamente 84%, gracias a la puesta en marcha de los dos mayores proyectos hidroeléctricos que construyó el gobierno anterior (Coca Codo Sinclair y Sopladora). De acuerdo con la base de datos de sectores estratégicos del Sistema Nacional de Información, para este el 2017 la potencia efectiva de energía hidroeléctrica alcanzó a representar el 58,04% del total nacional, en conjunto las energías renovables representaron el 60,5% de la potencia efectiva nacional.

Son ocho en total los proyectos hidroeléctricos considerados emblemáticos que se pusieron en marcha en el mandato del Econ. Rafael Correa, a continuación, se detallan tres de ellos que ya se encuentran en funcionamiento Coca Codo Sinclair, Sopladora y Manduriacu que son los principales causantes del extraordinario incremento de potencia hidráulica en el país.

4.1.1. Coca Codo Sinclair. Se encuentra ubicada entre las provincias de Napo y Sucumbíos, cantones El Chaco y Gonzalo Pizarro como se aprecia en el anexo 2. Cuenta con una potencia de 1.500 MW; es una de las principales obras que forma parte de los proyectos denominados emblemáticos por el Gobierno de la Revolución Ciudadana, y es de vital importancia para el cambio de matriz energética que es considerado un objetivo básico para el desarrollo sustentable del país (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, s.f.).

Como se evidencia en el anexo #5 se detallan datos sobre las características de inversión, financiamiento, de construcción, técnicas, ambientales y de los programas de desarrollo sostenible llevados a cabo en beneficio de la población de los cantones en los que se ubica la central Coca Codo Sinclair. De lo mencionado cabe destacar, según datos oficiales, la inversión total del proyecto fue de \$2.646 millones con recursos estatales financiados por préstamos al gobierno chino.

Desde su inauguración en noviembre del 2016 la central hidroeléctrica ha aportado 11.603,76 GWh al sistema nacional interconectado, siendo la central de generación eléctrica de mayor potencia a nivel nacional.

4.1.2. Sopladora. Su ubicación se encuentra en el límite provincial de Azuay y Morona Santiago, cantones Sevilla de Oro y Santiago de Méndez como se aprecia en el anexo 3. Cuenta con una potencia de 487 MW, es la tercera central que forma parte del Complejo Hidroeléctrico del Río Paute. Al igual que Coca Codo Sinclair, la Central Hidroeléctrica Sopladora forma parte de los proyectos emblemáticos y es la segunda central de mayor potencia que aporta a cambio de matriz energética y al desarrollo sustentable del Ecuador (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, s.f.).

En el anexo 6 se observa los principales datos de la segunda central hidroeléctrica de mayor potencia en el país, entre los datos se encuentran características de inversión, financiamiento, de construcción, técnicas, ambientales y de los programas de desarrollo sostenible llevados a cabo en beneficio de la población de los cantones en la que se localiza la central hidroeléctrica Sopladora.

Entre estos sobresalen la inversión de en la obra que, según datos oficiales, fue de \$755 millones dinero que desembolsó el gobierno central, quien lo financió con varias entidades extranjeras entre las que se encuentran el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), el BID y el gobierno chino mediante Ex-Im Bank. En cuanto a la generación eléctrica desde la inauguración de la central en agosto del 2016 ha aportado 4.198,49 GWh al sistema nacional interconectado.

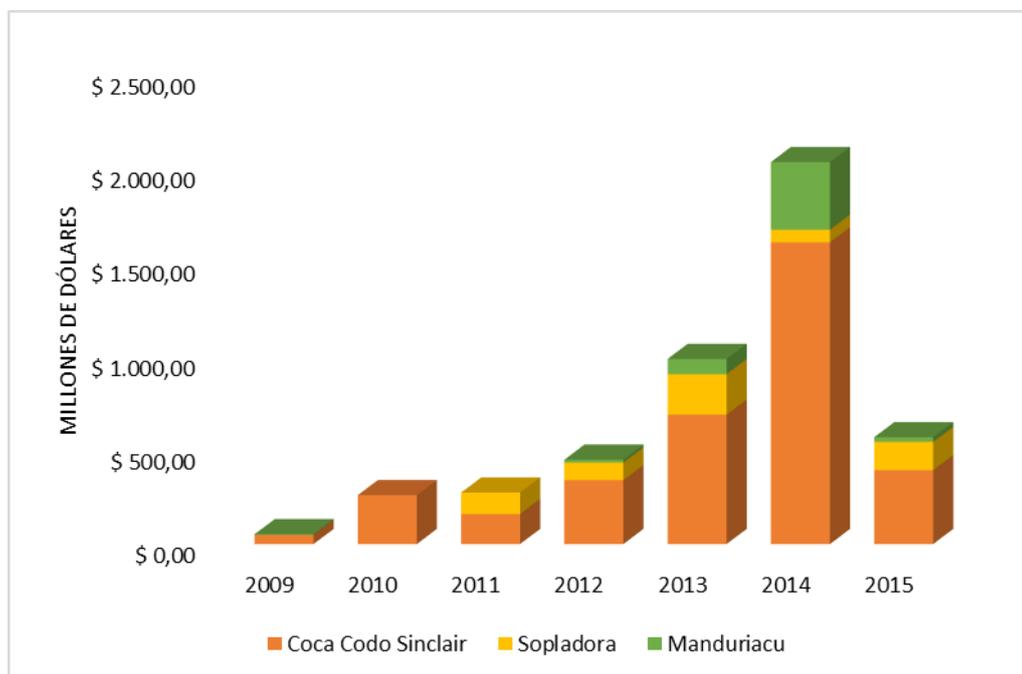
4.1.3. Manduriacu. Localizada entre las provincias de Pichincha e Imbabura, cantones Quito y Cotacachi como lo muestra el anexo 4. La central hidroeléctrica tiene una potencia de 65 MW, también, es parte de los proyectos emblemáticos emprendidos por el anterior gobierno, aunque no es de gran potencia como las dos anteriores también es fundamental en la transición de matriz energética y el camino hacia el desarrollo sustentable del país (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, s.f.).

Las características de inversión, financiamiento, de construcción, técnicas, ambientales y de los programas de desarrollo sostenible llevados a cabo en beneficio de la población de los cantones en la que se ubica la central hidroeléctrica Manduriacu se encuentran en el anexo 7. De los que se destaca el monto invertido por el gobierno en esta obra que, según datos oficiales, fue de \$227 millones, financiados por préstamos del Banco de Desarrollo de Brasil BNDES. La central Manduriacu ha aportado al sistema nacional interconectado desde su puesta en marcha en marzo del 2015 con 931,74 GWh.

4.2. Inversión en las hidroeléctricas de Ecuador

Para ejecutar los tres proyectos hidroeléctricos en análisis la inversión realizada en ellos fue netamente estatal, su financiamiento en gran parte ha proveniendo de China y otras entidades financieras internacionales. A continuación, se aprecia en la gráfica el presupuesto final usado para cada uno de los proyectos desde que se iniciaron los desembolsos de acuerdo con lo estipulado en el Plan Anual de Inversiones al año 2015, corte de la información disponible en la página web del Servicio Nacional de Información.

Figura 11: Presupuesto devengado por proyecto 2009 – 2015 (Millones de dólares).



Datos adaptados de la base de datos del Sistema Nacional de Información. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

En la figura anterior se aprecia que los primeros proyectos en tener desembolso, para su realización en el año 2009 fueron Coca Codo Sinclair y Manduriacu, por su parte, Sopladora tiene su primer desembolso para la ejecución del proyecto en el año 2011. El año

en el que se realizó la mayor asignación presupuestaria a estos tres proyectos fue en el 2014 con más de \$2.000 millones asignados entre los tres proyectos.

La inversión hasta el año 2015 registrada según datos oficiales para el Proyecto Coca Codo Sinclair fue aproximadamente \$3.493 millones cifra que supera por 32% a la cifra oficial anunciada por el gobierno de Rafael Correa (\$2.646 millones). En contraste con el monto total con corte 2015 de la inversión realizada en el proyecto Sopladora que fue de \$641 millones, cifra que no sobrepasa la oficial anunciada por el gobierno de Correa. Similar al caso de Coca Codo Sinclair ocurre con Manduriacu que si tiene su periodo de inversiones completo pues esta fue inaugurada en el 2015 y el monto de inversión total fue \$482 millones cifra que casi duplica el costo oficial anunciado de la obra (\$227 millones).

En cuanto a la recuperación de la inversión hasta el año 2017 se puede mencionar que, de acuerdo con la generación de electricidad por cada central hidroeléctrica y al precio medio para los tres años en los que han operado, del total invertido en los tres proyectos según datos oficiales (\$3.628 millones), se ha recuperado alrededor del 13,65% de la inversión (\$495,32 millones).

El proyecto que ha generado una mayor recuperación ha sido Sopladora (16,14%), seguido de Manduriacu (13,5%) y finalmente Coca Codo Sinclair (12,95%). Cabe destacar que se calculó el porcentaje de recuperación de acuerdo con las cifras de inversión oficiales. Pero además del ingreso generado por la venta de energía de estas tres centrales, es importante mencionar que el ahorro generado al país por la disminución de combustibles fósiles cuenta como parte de los logros gracias a mencionadas inversiones.

4.3.Oferta y Demanda de la energía eléctrica nacional

La oferta de energía eléctrica nacional a analizarse principalmente se basa en la producida por empresas generadoras que son las que aportan la mayor cantidad de energía al total disponible para el consumo nacional. A continuación, se muestra una tabla con la energía producida por empresas generadoras a nivel nacional en el periodo de análisis:

Tabla 6: Producción de energía de empresas generadoras por tipo de central, periodo 2013 – 2017 (GWh).

TIPO DE CENTRAL	2013		2014		2015		2016		2017	
	GWh	%								
Hidráulica	9.940,02	54,69	10.241,13	53,51	11.842,66	57,62	14.565,07	67,29	18.380,96	82,78
Eólica	56,7	0,31	79,7	0,42	95,86	0,47	79,33	0,37	67,19	0,30
Fotovoltaica	0	0,00	10,83	0,06	33,3	0,16	35,81	0,17	34,24	0,15
Biogás	0	0,00	0	0,00	0	0,00	12,88	0,06	27,82	0,13
Térmica	8.174,61	44,98	8.804,32	46,00	8.582,79	41,76	6.952,18	32,12	3.674,72	16,55
Solar	3,1	0,02	2,06	0,01	0	0	0	0,00	0	0,00
Interconexión	0	0,00	0	0,00	0	0	0	0,00	18,52	0,08
TOTAL	18.174,43	100	19.138,04	100	20.554,61	100	21.645,27	100	22.203,45	100

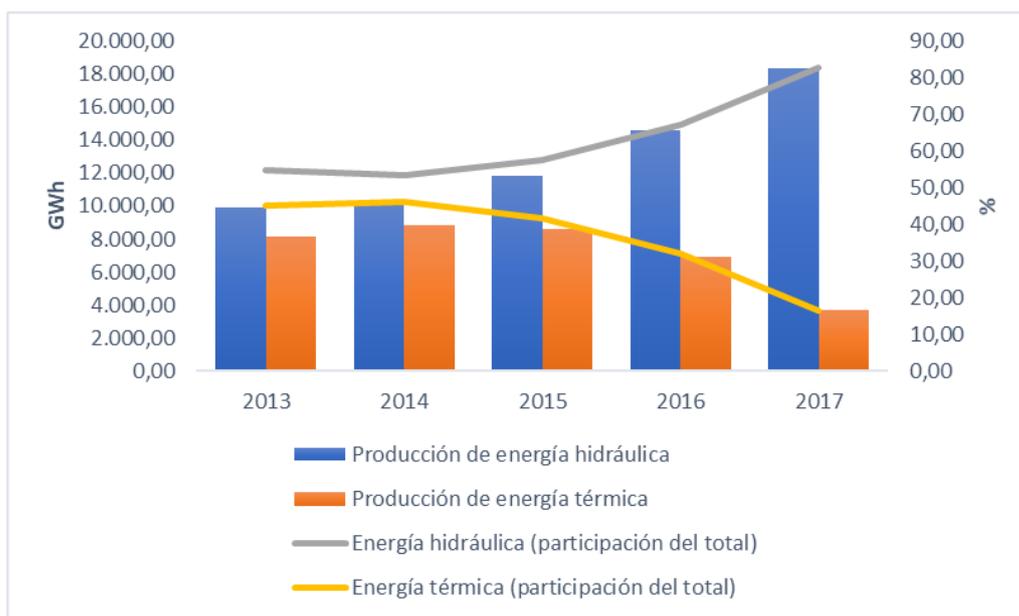
Fuente: Datos tomados de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

En cuanto al tipo de energía producido por plantas generadoras, en la tabla 6 se muestra que en el año 2013 las fuentes energéticas que mayormente se explotaban era la hidráulica y la térmica, representando la primera el 54,69% del total producido por este tipo de empresas y la segunda el 44,98%, se puede decir que entre estas dos fuentes casi generaban el total de la energía producida por empresas generadoras en este año.

Para el año 2014 la energía solar fotovoltaica empieza a explotarse generando 10,83 GWh y disminuyendo la energía solar en 1 GWh con respecto a la cantidad producida el año anterior; en cuanto a la energía hidráulica aumenta su producción, pero en la participación con respecto al total disminuye en comparación a la participación del año anterior, lo que se le atribuye al incremento de la producción eólica, la solar fotovoltaica y la térmica.

En el 2015 sigue incrementando la producción de energía hidráulica, eólica y fotovoltaica, por otra parte, disminuye la producción de energía térmica y la solar desaparece. Similar situación ocurre en el año 2016 y en este año aparece la producción de energía a base de biogás. Finalmente, en el 2017 aparece curiosamente un rubro por importación por parte de empresas generadoras dicha importación representa el 0,08% del total.

Figura 12: Comparativo de la producción de energía hidráulica y térmica 2013 – 2017.



Datos adaptados de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

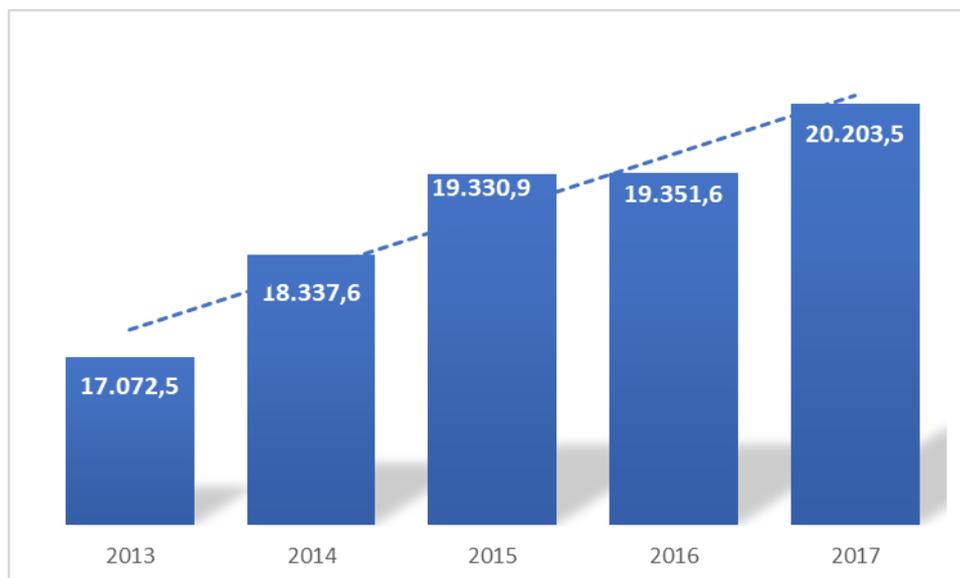
En cuanto a las tendencias que han seguido la producción a base de fuentes renovables y no renovables de energía, en la figura 12 se evidencia que la producción a base de fuentes hidráulicas (renovable) tiene una marcada tendencia creciente en general durante el periodo analizado, mientras que, la producción a base de fuentes térmicas (no renovable) por lo contrario tiene una tendencia decreciente; en cinco años la producción de energía no renovable se redujo a menos de la mitad, en el caso de la energía renovable en el mismo lapso se ha duplicado la producción a base de este tipo de fuentes.

Adicionalmente, cabe destacar que solo se está analizando las principales fuentes de producción de las empresas generadoras de energía, no se toma en cuenta las demás fuentes renovables que forman parte de la matriz energética en el Ecuador. Ya que, son ambas las que tienen la mayor participación con respecto al total producido por empresas generadoras durante el periodo analizado.

Por el lado de la demanda nacional son todos los clientes finales a los que llega el servicio, los datos provistos dividen a la demanda nacional en: residencial, industrial, comercial, alumbrado público y otros. En la figura a continuación, se evidencia la evolución del comportamiento de la demanda total, que ha tenido un crecimiento constante, a pesar de

que, la tasa de crecimiento para el año 2016 no fue superior a la del año anterior para el 2017 tuvo una recuperación.

Figura 13: Consumo total de energía eléctrica (GWh) 2013 – 2017).



Datos adaptados de la Agencia de Regulación y Control de la Electricidad. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

A lo largo de los cinco años de análisis el grupo de mayor consumo fue el residencial, seguido del industrial y en tercer lugar el comercial. La tendencia de consumo residencial fue creciente a lo largo de los cinco años, a diferencia del sector industrial y comercial que en el año 2016 tuvieron un decrecimiento del consumo de energía eléctrica, esto se ve reflejado en el consumo total ya que su tasa de crecimiento ese año fue mínima por debajo del punto porcentual, en la tabla a continuación, se muestra los valores de la demanda detalladamente.

Tabla 7: Consumo de energía eléctrica por grupo de consumo (GWh) 2013 – 2017.

Año	Total	Alumbrado Público	Comercial	Industrial	Otros	Residencial
2013	17.072,5	964	3.486,02	5.013,33	1.728,01	5.881,39
2014	18.337,6	1.023,34	3.786,10	5.353,43	1.810,65	6.364,00
2015	19.330,9	1.081,32	3.981,60	5.360,44	1.979,83	6.927,71
2016	19.351,6	1.127,10	3.839,12	5.231,38	2.049,14	7.104,85
2017	20.203,5	1.212,96	3.843,88	5.699,62	2.149,01	7.298,00

Fuente: Página web de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

Se puede decir al analizar los datos que el crecimiento no ha sido sostenido, ya que las tasas de incremento han sido variantes, en el caso del grupo residencial la mayor tasa de crecimiento fue del 2015 (8,86%) en los siguientes dos años esta disminuyó a la cuarta parte.

Para el sector industrial ha tenido tasas muy variantes desde decrecimiento de 2,41% hasta incrementos de 8,95%. El sector comercial por su parte con tasas de crecimiento similares, aunque también tuvo un decrecimiento de 3,58% y las tasas de variación más constantes han sido las de alumbrado público en un rango de 4% a 7% de crecimiento.

Tabla 8: Tasas de variación porcentual del consumo de energía eléctrica por grupo de consumo 2013 – 2017.

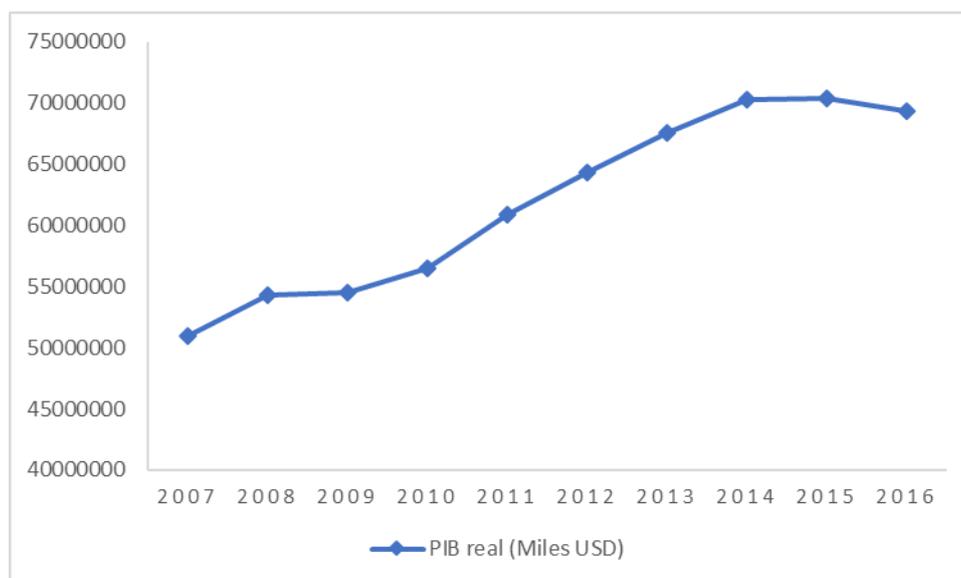
Año	Total	Alumbrado Público	Comercial	Industrial	Otros	Residencial
2013	5,55	5,55	8,62	0,02	22,45	4,49
2014	7,41	6,19	8,61	6,78	4,78	8,21
2015	5,42	5,67	5,16	0,13	9,34	8,86
2016	0,11	4,23	-3,58	-2,41	3,50	2,56
2017	4,40	7,62	0,12	8,95	4,87	2,72

Fuente: Página web de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

4.4. Análisis de los sectores económicos del país en el PIB

El Producto Interno Bruto (PIB) es el valor de todos los bienes y servicios finales producidos en el país en un periodo determinado (Dornbusch, Fischer, & Startz, 2009), que para el presente análisis se ha escogido el cálculo del PIB por industria para poder analizar las industrias que han tenido una participación representativa en este indicador macroeconómico y su crecimiento a través del periodo en análisis.

Figura 14: Evolución histórica del PIB real (Miles de USD).



Datos adaptados del Banco Central del Ecuador. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

El PIB del país a lo largo del periodo en análisis ha tenido un crecimiento constante, aunque con tasas de crecimiento no siempre incrementales, pero para el año 2016 con respecto al 2015 se nota un decrecimiento de la economía, desde el 2015 se nota una gran desaceleración del crecimiento, pero a pesar de esto si hubo incremento del PIB ese año, pero en el 2016 ocurrió lo contrario. Como se ve en la gráfica anterior históricamente desde el año 2007 es el primer decrecimiento del PIB ecuatoriano en la última década.

En cuanto al sector manufacturero dentro del PIB, hasta el año 2016 representó en promedio el 11,7% del total, es el sector que tiene el mayor peso de todos los que forman parte de este conjunto. El sector comercial y el de la construcción son los que le siguen en mayor participación con 11,2% y 9,7% del total respectivamente. A lo largo del periodo en análisis se puede observar como los tres principales componentes del PIB han mantenido su participación con respecto al total.

Tabla 9: Estructura porcentual del PIB por industria 2013 – 2016 (porcentajes con respecto al total).

Industrias	2013	2014	2015	2016
Agricultura	7,4	7,4	7,6	7,6
Acuicultura y pesca de camarón	0,5	0,6	0,7	0,8
Pesca (excepto camarón)	0,6	0,6	0,6	0,6
Petróleo y minas	9,6	9,8	9,6	9,9
Refinación de Petróleo	1,2	0,8	0,8	1,1
Manufactura (excepto refinación de petróleo)	11,8	11,7	11,6	11,7
Suministro de electricidad y agua	2,3	2,4	2,5	2,7
Construcción	9,8	10,1	9,9	9,1
Comercio	10,3	10,3	10,2	10,2
Alojamiento y servicios de comida	1,8	1,7	1,7	1,6
Transporte	6,8	6,8	6,7	6,8
Correo y Comunicaciones	3,5	3,7	3,6	3,2
Actividades de servicios financieros	3,0	3,3	3,3	3,4
Actividades profesionales, técnicas y administrativas	6,3	6,4	6,3	6,1
Administración pública, defensa; planes de seguridad social obligatoria	6,3	6,3	6,4	6,1
Enseñanza y Servicios sociales y de salud	8,1	7,9	8,7	8,8
Servicio doméstico	0,3	0,3	0,3	0,3
Otros Servicios *	6,6	6,7	6,7	6,7
TOTAL VAB	96,1	96,5	96,9	96,7
Otros elementos del PIB	3,9	3,5	3,1	3,3
TOTAL PIB	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Banco Central del Ecuador. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

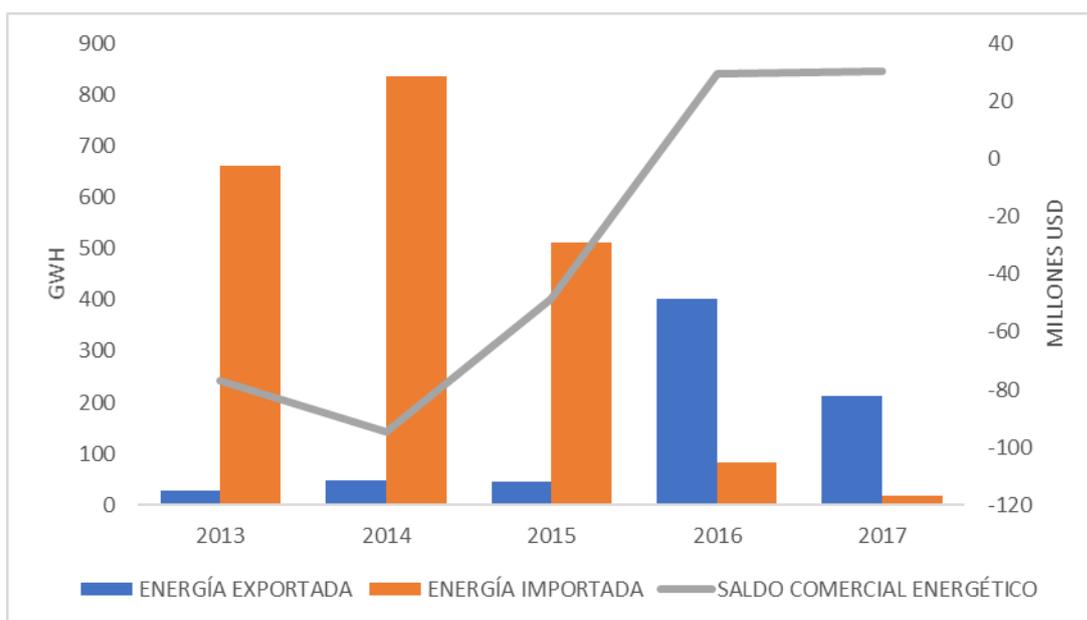
Entre los fines de la inversión en materia energética, se encontraban el crecimiento del sector manufacturero, gracias a la disponibilidad de mayor energía para desempeñar sus labores, pero al analizar su evolución desde el año 2013 se evidencia lo contrario, al inicio del periodo los dos primeros años hubo un crecimiento que no fue sostenido ni incremental, para el año 2015 hubo un decrecimiento del sector en la economía al siguiente año vuelve a decrecer, pero en menor proporción.

Para el sector comercial y de la construcción similar fue la situación, en los dos primeros años tienen un crecimiento que en el segundo año es menor al anterior y al año 2015 decrecen, tal decrecimiento es menor para el año 2016, que tienen menor decrecimiento en comparación al año anterior. En cuanto al sector de educación y salud, el comportamiento es de crecimiento, en el 2015 a diferencia de los otros sectores si hubo un incremento y para el 2016 el decremento fue mínimo de aproximadamente 0,1%.

4.5. Balanza comercial del sector eléctrico

La balanza comercial es la diferencia entre las exportaciones e importaciones que ha realizado el Ecuador. En este caso, se analizará solamente los valores por compra y venta de energía eléctrica en el periodo 2013 – 2017. El país históricamente ha sido un importador neto de energía, como ya se observó en el capítulo dos el saldo de balanza comercial eléctrico ha sido deficitario, ya que Ecuador no ha tenido un sistema eficiente de producción de energía.

En el siguiente gráfico se observa que en el periodo en análisis el saldo comercial o exportaciones netas como también se lo conoce expresado en millones de dólares ha sido negativo hasta el año 2015, a partir del año 2016 inicia un saldo positivo, que se incrementa para el 2017. En cuanto al volumen de importaciones de energía eléctrica en el año 2017 llega a un monto de 18,52 GWh. Se ve que, en dos años se redujeron abruptamente las importaciones del servicio. Por el lado de las exportaciones también en el 2016 tiene un significativo crecimiento de ocho veces la cantidad exportada en el año anterior.

Figura 15: Balanza comercial energética periodo 2013 – 2017.

Datos adaptados de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad y el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

Según datos de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad el principal socio comercial de Ecuador en materia energética ha sido Colombia, que en el 2017 importó energía desde Ecuador por un monto de aproximadamente \$31,05 millones, en comparación al año anterior hubo una reducción de la energía vendida al vecino del norte. Por su parte, Perú también tuvo una reducción en el 2017 de sus compras a Ecuador en términos monetarios las exportaciones al vecino del sur ascendieron en este año a \$0,16 millones.

Durante el periodo en análisis a lo largo de los tres primeros años el país desembolsó por concepto de exportaciones netas de energía \$220 millones, en el año 2014 fue en el que se compró más energía, siendo Colombia el principal proveedor. A partir del 2016 se evidencian los primeros ingresos por concepto de exportaciones netas del servicio que suman \$29,44 millones en ese año, a pesar de que igual hubo rubros por importación.

Tabla 10: Balanza comercial del sector eléctrico 2013 – 2017 (Millones USD)

	2013	2014	2015	2016	2017
Exportación	1,16	1,99	2,67	37,71	31,21
Importación	78,06	96,71	51,11	8,27	0,88
S.B.C.	-76,9	-94,72	-48,44	29,44	30,33

Fuente: Página web de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad y Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

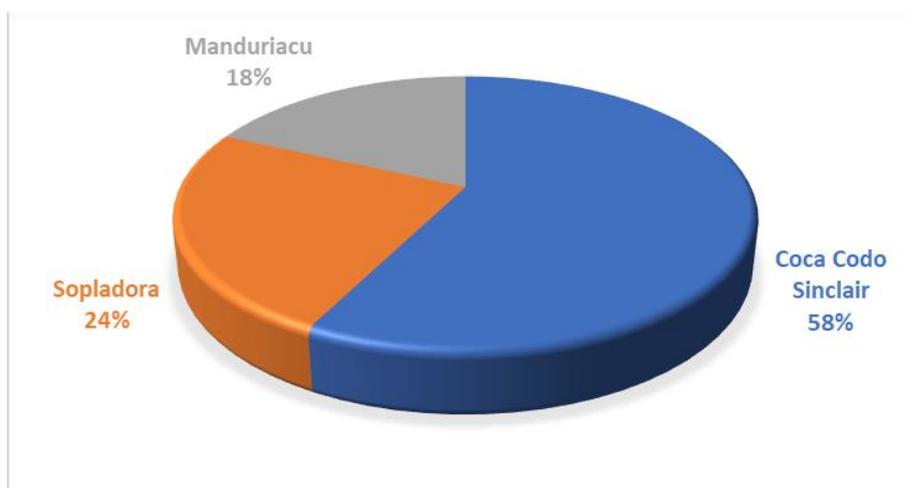
Como se puede apreciar detalladamente los valores por exportación e importación del servicio eléctrico; para el año 2016 las variaciones de los valores por exportaciones e

importaciones tienen una variación proporcionalmente similar, aunque de forma inversa, mientras las exportaciones incrementan, las importaciones se reducen. En esta tabla se aprecian los valores correspondientes a la línea que se encuentra en la figura 15 que representa el saldo de balanza comercial energética en millones de dólares. Dicha tendencia es muy similar a la del saldo en GWh.

4.6. Empleo

Los proyectos hidroeléctricos ejecutados se encuentran en zonas limítrofe entre provincias. Seis son las provincias involucradas, así también, seis son los cantones en los cuales se ha desarrollado estas obras de infraestructura que han generado gran cantidad de empleo tanto para personas originarias de los cantones como para personas extranjeras. En total entre los tres proyectos se generaron alrededor de 13.447 empleos, Coca Codo Sinclair generó el 58% de estos, Sopladora el 24% y Manduriacu el 18% de este total, como lo grafica la figura que se encuentra a continuación.

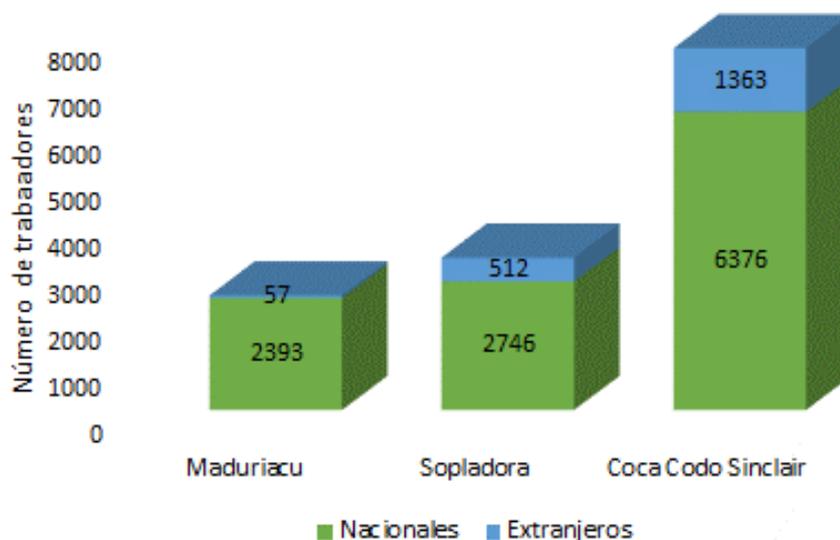
Figura 16: Distribución de los empleos generados por los proyectos hidroeléctricos.



Datos adaptados de la página web de CELEC EP Coca Codo Sinclair y el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

En el periodo de construcción de los tres proyectos hidroeléctricos los trabajadores empleados en su mayoría fue mano de obra nacional, que en promedio representó el 88% del total de trabajadores de los tres proyectos y la diferencia representó el total de trabajadores extranjeros. Como se aprecia en la siguiente figura Coca Codo Sinclair generó 7.739 empleos debido a su magnitud, Sopladora generó menos de la mitad de los empleos que Coca Codo Sinclair (3.258) y Manduriacu alcanzó a generar 2.450 empleos en su fase de construcción.

Figura 17: Empleos generados por los proyectos hidroeléctricos.



Datos adaptados del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

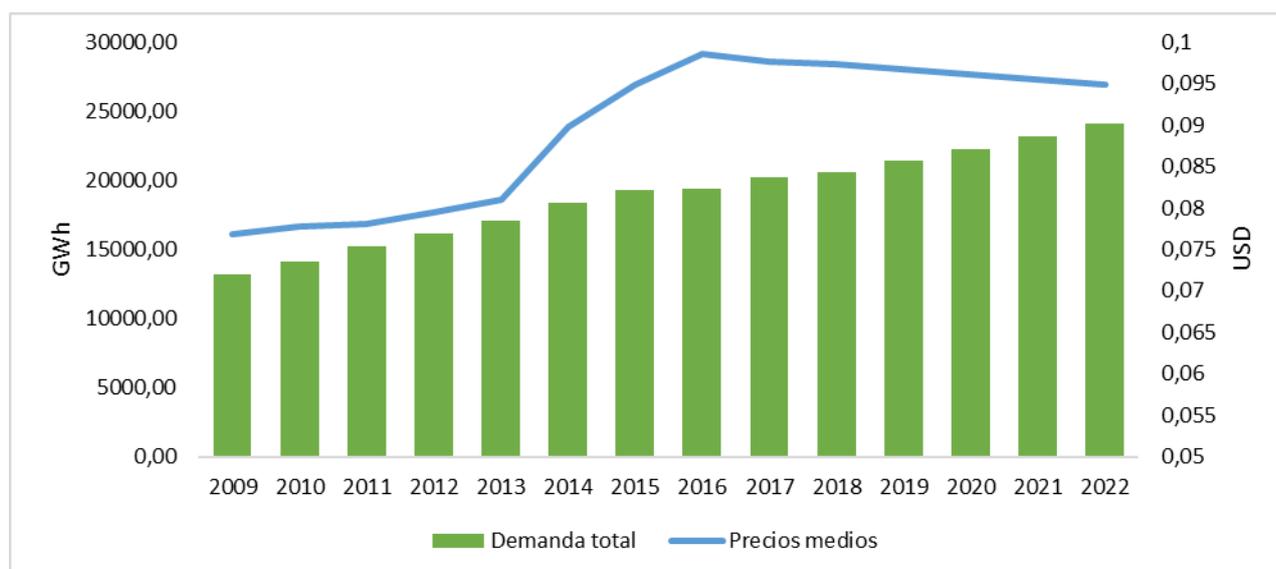
4.7. Análisis costo/beneficio de la construcción de las centrales hidroeléctricas

Para realizar un análisis costo/beneficio de las tres hidroeléctricas en análisis se tomó en cuenta dos escenarios seis años antes de la puesta en operación de las centrales y seis años después de la puesta en marcha de las centrales. Tomando en cuenta que los valores futuros se tomaron del Plan Maestro de Electrificación 2016 – 2025 dentro del que estaba planteado el escenario futuro a partir del inicio de operaciones de las centrales hidroeléctricas.

Se toma en cuenta las variables de cantidad demandada y precio medio del servicio que son los componentes que intervienen en la función de ingreso total, es por esto por lo que se calcula esta variable para conocer los ingresos totales que generarían al país las hidroeléctricas por concepto de venta interna del servicio de energía eléctrica. Cabe recalcar que no se contemplan en estos valores aún las exportaciones del servicio.

La demanda total de energía eléctrica tiene una tendencia creciente sostenida a través del tiempo, como se aprecia en la figura 17. De acuerdo con los datos del Plan Maestro de Electricidad 2016 – 2025 la demanda se ha estimado una tasa de crecimiento promedio anual de 3,6% hasta el 2025. Esta variable tiene un comportamiento incremental muy acentuado.

Figura 18: Evolución y proyección de la demanda total y precios medios de energía.



Datos adaptados del Plan Maestro de Electricidad 2016 – 2025 y la Agencia de Regulación y Control de Electricidad. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

Este comportamiento de la demanda se puede explicar por dos principales supuestos, el primero de ellos es el incremento de la cobertura del servicio eléctrico en zonas rurales y urbano-marginales, lo que se encuentra enmarcado en el proyecto “Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal” (FERUM) y el otro supuesto es el notable incremento de la inversión gubernamental en el sector energético, con todos los proyectos que responden a la planificación del anterior gobierno cuyo último fin es alcanzar el desarrollo de los sectores vulnerables y uno de los principales pasos es garantizar el acceso a la energía eléctrica d estos sectores.

Por otra parte, los precios medios de la energía eléctrica desde el 2009 al 2013 tuvieron una tasa de crecimiento promedio de 1,34%, en cambio desde el año 2014 al 2016 el crecimiento de los precios del servicio tuvo una tasa promedio de 6,8%, de acuerdo con la gráfica, los precios en el segundo periodo se incrementaron el doble del incremento en el primer periodo, es decir, tuvieron un crecimiento más acelerado.

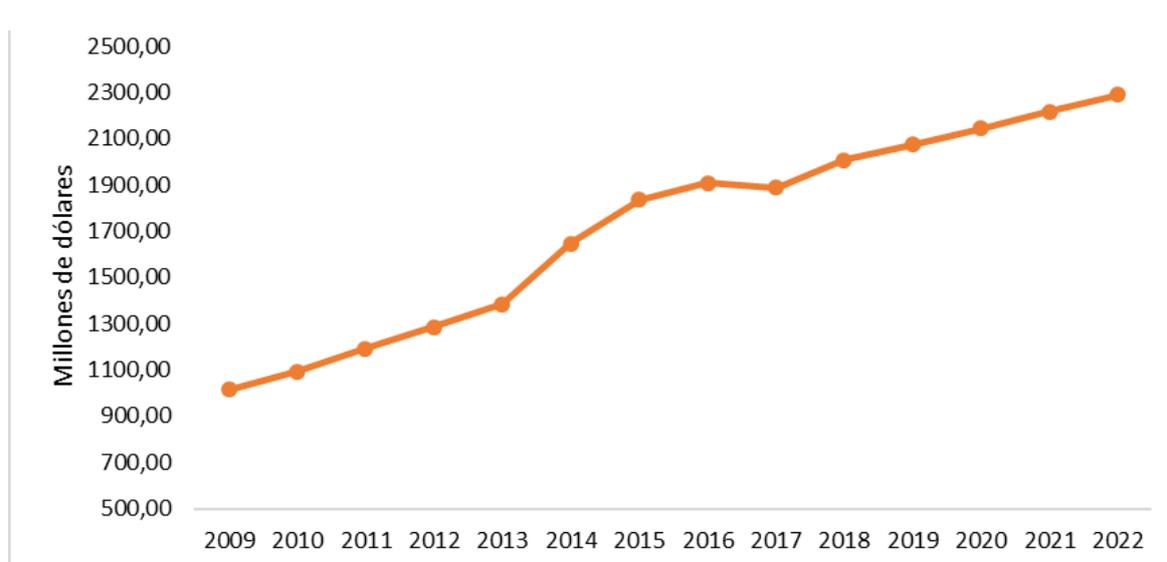
A partir del año 2016 las proyecciones de precios tienen una marcada tendencia a la baja de la variable, ya que, según los supuestos planteados por el anterior gobierno, con el inicio de operaciones comerciales de las centrales hidroeléctricas, principalmente Coca Codo Sinclair la de mayor potencia, los precios del servicio bajarían ya que sería más barato producirla, en base a los valores del Plan Maestro de Electricidad 2016 – 2025 la tasa de decrecimiento promedio del precio es de 0,6%.

Es necesario aclarar que los supuestos bajo los que se realizaron las respectivas proyecciones en el PME fueron que funcionen todas las centrales hidroeléctricas planificadas por el anterior gobierno que se encuentra dentro de la ampliación de generación de energía eléctrica para impulsar el cambio de matriz energética necesario para asumir un cambio de matriz productiva para el país. El escenario en el que se contempla la generación de todas las centrales planeadas se llama caso base.

En el periodo anterior al 2015, se aprecia los precios con tendencia creciente, debido a la deficiencia en la producción nacional de energía, ya que, se debía importar para poder cubrir la demanda interna lo que llevaba a tener que a través del precio cubrir los rubros por concepto de importación y debido a esto el costo de la energía era más elevado. Esto debido a la ley de la oferta, al ser esta menor o al ser el bien ofertado escaso el precio tiende a subir.

Mientras que, luego del 2016 que ya entra en funcionamiento las dos centrales hidroeléctricas de mayor potencia, y según el PME 2016 – 2025 a partir del 2017 debían empezar a operar algunas de las demás hidroeléctricas contempladas entre los proyectos emblemáticos. Entonces la oferta de energía eléctrica aumenta y es más eficiente el abastecimiento por lo que por ley de oferta el precio tiende a bajar hasta un punto determinado en el que cumple su tiempo de producción eficiente donde cambiaría la tendencia y se incrementarían nuevamente los precios.

Figura 19: Evolución y proyección de beneficios generados por venta de energía a nivel nacional.



Datos adaptados del Plan Maestro de Electricidad 2016 – 2025 y página web de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

En la figura anterior se muestran los beneficios generados por venta interna de energía eléctrica, se evidencia una tendencia creciente antes del año 2015 justificada por el

crecimiento de la demanda y el de los precios, sin embargo, a partir del 2016 los precios del servicio tienden a ser decrecientes, pero la demanda compensaría esto, ya que no permite que los ingresos tomen la misma tendencia de los precios. También, se debe tomar en cuenta que los precios disminuyen, pero a una intensidad mínima, a pesar de que, la demanda sigue con un crecimiento muy acentuado, por esto se compensa.

Los beneficios percibidos antes del 2015 por concepto de venta de energía eléctrica eran inferiores a los \$2.000 millones, luego del 2017 estos valores superan la cifra anterior. En cuanto a las tasas de crecimiento si bien en el periodo sin proyectos eran tasas mayores, las mismas eran muy variables. Por otro lado, luego de la implementación de las nuevas centrales hidroeléctricas se espera un crecimiento sostenido de dichos beneficios.

A continuación, se realizará el cálculo del indicador costo/beneficio que permite conocer si en el escenario con proyecto las centrales en estudio aportan a generar o no beneficios. Se realiza una comparación entre los beneficios generados por la exportación neta de energía eléctrica y los costos de generación de esta. Cabe destacar que las proyecciones de exportaciones se realizaron a partir del promedio de la tasa de crecimiento histórica de este indicador.

Para el cálculo del VAN de los beneficios y del VAN de los costos se usa una tasa de descuento o TMAR del 12% que es considerada una tasa referencial para cálculos de viabilidad de proyectos recomendada y usada por el BID y que SENPLADES dentro de su metodología para elaboración de proyectos de inversión recomienda usar como referencia. Además, la inversión inicial es la suma de los valores invertidos por el gobierno en los tres proyectos. En la siguiente tabla se aprecia los flujos desde el año 2016 al 2022.

Tabla 11: Flujos para el cálculo del indicador costo/beneficio (millones de dólares).

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Importación de energía	8,27	0,88	0	0	0	0	0
Exportación de energía	37,71	31,21	34,27	51,41	77,13	115,69	173,54
Ahorro	29,44	30,33	34,27	51,41	77,13	115,69	173,54
Costo medio de generación	19,25	8,60	16,30	30,08	55,25	101,22	169,09

Fuente: Plan Maestro de Electricidad 2016 – 2025 y la página web del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable y ARCONEL. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

Los valores que se muestran en la tabla anterior corresponden a los flujos de costos y beneficios relacionados a la venta al exterior de energía y la generación de esta, que se

obtuvieron de proyecciones realizadas en el Plan Maestro de Electricidad 2016 – 2025 y de las páginas web del Ministerio de Electricidad y Energía Renovables y la Agencia de Regulación y Control de la Electricidad, se espera a partir del 2018 no existan más importaciones de energía y que la energía exportada crezca a una tasa del 50% en cuanto a GWh en los próximos seis años tasa obtenida del promedio histórico de las tasas de variación anual de este indicador. El monto de exportaciones se lo calculó tomando de referencia el precio medio al que se exportó la energía en el 2017 por las proyecciones de energía vendida en GWh.

Para proceder al cálculo del indicador costo/beneficio se calculó primero el VAN de los beneficios y el VAN de los costos, lo siguiente fue dividir estos dos valores mediante la fórmula del indicador costo/beneficio, con lo que se obtiene el VAN costo/beneficio.

$$\frac{VAN \text{ beneficios}}{VAN \text{ costos}} = \text{Indicador Costo/Beneficio}$$

Tabla 12: Resumen de los resultados del cálculo del indicador costo/beneficio.

Indicador	Resultado para el periodo 2016 – 2022
TMAR	12%
VAN Beneficios	\$3339,59
VAN Costos	\$3289,09
VAN Beneficios/ VAN Costos	1,02

Datos obtenidos de procedimiento matemático a base de los datos de la tabla anterior. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

De esta división existen tres posibles resultados: $B/C > 1$, indica que los beneficios son superiores a los costos por lo que el proyecto tendrá impacto positivo; $B/C = 1$, no existe ganancia alguna los beneficios se igualan a los costos; y $B/C < 1$, los costos son mayores a los beneficios por lo que el proyecto no tendrá impacto positivo. Luego de realizar esta división de los valores mencionados se obtuvo como resultado un VAN costo/beneficio de 1,02 lo que nos indica que los proyectos hidroeléctricos generarán un impacto positivo, ya que, los beneficios que generarán son superiores a los costos en que se incurrirá.

De lo anterior, el análisis costo beneficio demuestra de manera numérica lo que los profesionales afirman sobre la construcción de proyectos hidroeléctricos que son beneficiosos para una nación, que cuenta con las condiciones necesarias para aprovechar

este tipo de fuentes de energía amigable con el medio ambiente. El análisis nos permitió además entender que los beneficios se percibirán en un largo plazo, porque en el horizonte que trazamos para el estudio el cambio no ha sido muy radical, es por esto por lo que, esto es un proceso de mediano a largo plazo.

Conclusiones

Finalmente, al haber realizado una revisión bibliográfica acerca de la matriz energética ecuatoriana y los acontecimientos ocurridos en torno a la construcción de las centrales hidroeléctricas Coca Codo Sinclair, Sopladora y Manduriacu, se puede concluir lo siguiente:

- ✓ La matriz energética del Ecuador ha evolucionado de acuerdo con las políticas, programas y proyectos ejecutados por los gobiernos de turno.
- ✓ Los recursos hídricos del Ecuador son abundantes y por la falta de inversión tanto pública como privada en energía hidroeléctrica no son aprovechados de la mejor manera.
- ✓ En cuanto a las metas establecidas dentro de las políticas que formaron parte del PNBV 2013 – 2017 se encontraban dos importantes, la primera sobre la capacidad instalada de generación eléctrica fue de 8.036 MW, faltándole 8,06% para llegar a la meta (8.741 MW); y la potencia instalada renovable que superó por 2.89% la meta que era el 60%.
- ✓ En lo referente a la inversión realizada en los tres proyectos fue netamente estatal, financiada con préstamos al extranjero principalmente al gobierno de China, los montos oficiales divulgados por el gobierno ecuatoriano difieren por una brecha grande de los valores hallados en los planes de inversión del gobierno central. Por lo que existe una interrogante sobre cuál ha sido la inversión real en los proyectos estudiados.
- ✓ La oferta de energía hidroeléctrica en el periodo en análisis tuvo un incremento del 84,91% con lo que desplazo a la térmica, siendo las dos las de mayor relevancia en el 2013.
- ✓ La producción bruta de energía por parte de empresas generadoras cubre totalmente la demanda interna del servicio, pero cabe recalcar que no se toma en cuenta las pérdidas de energía y el autoconsumo de las plantas generadoras en estos valores.
- ✓ Además, la balanza comercial del sector eléctrico tuvo una evolución favorable en el periodo analizado, ya que, de tener un saldo altamente deficitario al inicio del periodo 2013, para el 2017 este saldo se convierte en netamente positivo lo que muestra que se cumplió con la meta de llegar a ser un país netamente exportador de energía como se lo planteó al inicio de la puesta en marcha de los proyectos emblemáticos.
- ✓ En el análisis costo/beneficio de las hidroeléctricas se obtuvo como resultado 1,02. Por lo que, si bien los beneficios que se están obteniendo de la venta interna de energía más las exportaciones han sido positivas y tienen una marcada tendencia positiva, los resultados de la reducción de precios se notará en un largo plazo, superior al horizonte

trazado en el análisis, que si bien muestra una tendencia de descenso no es de la magnitud que se esperaba.

✓ El indicador costo/beneficio, cuyo resultado es de 2.31, muestra que la construcción de los proyectos además de ser económicamente viable es beneficioso para la sociedad y para el medio ambiente ya que la energía generada es limpia, no daña al medio ambiente, a diferencia de la energía generada a partir de combustibles fósiles que además de esto, genera un costo para el país ya que se necesita importar los combustibles para la generación de este tipo de energía.

✓ Los tres proyectos hidroeléctricos si han llevado a un desarrollo y a mejorar el bienestar de la población y a un aporte significativo en el cambio de la matriz energética ya que aportan a la sustentabilidad de esta.

Recomendaciones

✓ Se recomienda dar continuidad a la planificación establecida en el gobierno anterior tomando mejores medidas de control en la asignación y el uso de los presupuestos para los distintos proyectos. Es necesario fortalecer la institucionalidad, que ya se había creado para el sector, y concluir los proyectos en construcción.

✓ Es necesario realizar un programa de incentivos bien sean tributarios o económicos para las entidades, nacionales o internacionales, que deseen invertir en proyectos que aporten al cambio de la matriz energética del país; de esta manera se aprovecharán los recursos hídricos que posee el Ecuador y se genera crecimiento económico.

✓ Además, es aconsejable que se tomen las medidas necesarias para poder llevar las inversiones en energía renovable de forma ética, que los recursos presupuestados sean coherentes con los asignados y los finalmente usados. Es indispensable tomar en cuenta que los beneficios se notan a largo plazo por lo que se requiere correcto manejo de los proyectos ya inaugurados para que generen la rentabilidad esperada. También es recomendable diversificar los clientes extranjeros para la venta de energía eléctrica, ya que, pone en riesgo las exportaciones del servicio. Por lo que la elevada inversión tardará en recuperarse y si no existe un direccionamiento correcto y eficaz por parte del gobierno en vez de sacar provecho de ellas se convertirán en un mal para la economía del país.

Referencias bibliográficas

- Alonso Garrido, A. (junio de 2009). *Crisis Energética*. Obtenido de Crisis Energética Web site: <https://www.crisisenergetica.org/ficheros/Energia-y-desarrollo-Agustin-Alonso-Junio09-sFinal.pdf>
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*.
- Asamblea Nacional Constituyente. (6 de agosto de 2014). *Secretaría del Agua*. Obtenido de Secretaría del Agua Web site: <https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/LEYD-E-RECURSOS-HIDRICOS-II-SUPLEMENTO-RO-305-6-08-204.pdf>
- Asamblea Nacional Constituyente. (2017). *Aduana del Ecuador - SENA E*. Obtenido de Aduana del Ecuador - SENA E Web site: <https://www.aduana.gob.ec/wp-content/uploads/2017/05/COPCI.pdf>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (16 de enero de 2015). *Agencia de Regulación y control de Electricidad*. Obtenido de Agencia de Regulación y control de Electricidad Web site: <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/10/Ley-Org% C3% A1nica-del-Servicio-P% C3% BAblico-de-Energ% C3% ADa-El% C3% A9ctrica-ENE2015.pdf>
- Balazote, A., & Radovich, J. C. (2008). Aspectos teórico-metodológicos sobre los procesos de reasentamiento poblacional e impactos sociales de la construcción de grandes represas hidroeléctricas. *Ilha Revista de Antropología*, 10(1), 51-80. Obtenido de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/ilha/article/viewFile/16324/14867>
- Banco Mundial. (10 de Abril de 2018). *Entendiendo la pobreza: Banco Mundial*. Obtenido de Banco Mundial Web site: <http://www.bancomundial.org/es/topic/energy/overview>
- Bernal , C. A. (2010). *Metodología de la Investigación* (Tercera ed.). Bogotá, Colombia: Pearson Educación.
- BID. (s.f.). *Base de datos de energía: Banco Interamericano de Desarrollo*. Obtenido de Banco Interamericano de Desarrollo: <http://www.iadb.org/es/temas/energia/base-de-datos-de-energia/base-de-datos-de-energia,19144.html?view=v14>

- Castro, C. (2007). Matriz energética, cambio técnico y transformación industrial en el periodo sustitutivo, 1946-1976. *Revista de historia de la industria argentina y latinoamericana*.(1), 1-26.
- Castro, M. (Noviembre de 2011). *Centro de documentación: OLADE*. Obtenido de Organización Latinoamericana de Energía Web Site: <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00344.pdf>
- ConceptoDefinición.de. (s.f.). *ConceptoDefinición.de*. Obtenido de ConceptoDefinición.de Web site: <http://conceptodefinicion.de/energia-nuclear/>
- ConceptoDefinición.de. (s.f.). *CONCEPTODEFINICIÓN.DE*. Obtenido de CONCEPTODEFINICIÓN.DE Web site: <http://conceptodefinicion.de/energia/>
- Definición ABC. (s.f.). *Definición ABC*. Obtenido de Definición ABC Web site: <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/fuentes-de-energia.php>
- Definición ABC. (s.f.). *Definición ABC*. Obtenido de Definición ABC Web site: <https://www.definicionabc.com/tecnologia/energia-solar.php>
- Dornbusch, R., Fischer, S., & Startz, R. (2009). *Macroeconomía* (Décima ed.). México D.F: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
- El Diario de la Energía. (9 de septiembre de 2017). *Energía Renovable: El Diario de la Energía*. Obtenido de El Diario de la Energía Web site: <http://www.eldiariodelaenergia.com/energia-hidroelectrica-las-mayores-centrales-del-mundo/1305>
- Electrificadora de Santander. (s.f.). *Comunidad y medio ambiente: ESSA*. Obtenido de Electrificadora de Santander S.A. Web site: <https://www.essa.com.co/site/comunidad/es-aprendesobrelaenerg%C3%ADa/qu%C3%A9eslaenerg%C3%ADael%C3%A9ctrica.aspx>
- FAO. (2008). Oferta y demanda de energías: tendencias y perspectivas. *Bosques y energías cuestiones claves*, 5-23. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i0139s.pdf>
- Gomelsy, R. (2013). *SE4All*. Obtenido de SE4All Web site: https://www.seforall.org/sites/default/files/Ecuador_RAGA_ES_Released.pdf

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. Obtenido de https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
- López A., V. (Enero de 2008). El proyecto hidroeléctrico Coca Codo Sinclair y la gobernanza energética en la Amazonía ecuatoriana. *Letras Verdes Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*(8), 1-3. Obtenido de <http://revistas.flacsoandes.edu.ec/letrasverdes/article/view/888>
- López Cortés , E. (1992). Construcción de presas hidroeléctricas y estructuras axiales estatales. *Alteridades*, 2(4), 111-116. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/747/74711363012.pdf>
- Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos. (2016). *Biblioteca: Organización Latinoamericana de Energía* . Obtenido de Organización Latinoamericana de Energía Web site: <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00362.pdf>
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2014). *Ministerio de Electricidad y Energía Renovable*. Obtenido de <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/09/PLAN-ESTRAT%C3%89GICO-2.pdf>
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (s.f.). *Programas y servicios: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable*. Obtenido de Ministerio de Electricidad y Energía Renovable Web site: <https://www.energia.gob.ec/coca-codo-sinclair/>
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (s.f.). *Programas y servicios: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable*. Obtenido de Ministerio de Electricidad y Energía Renovable Web site: <https://www.energia.gob.ec/sopladora/>
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (s.f.). *Programas y servicios: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable*. Obtenido de Ministerio de Electricidad y Energía Renovable Web site: <https://www.energia.gob.ec/manduriacu/>
- Muñoz Vizhñay, J. P. (2015). *Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables*. Obtenido de Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables Web site: <https://www.iner.gob.ec/wp->

content/uploads/downloads/2015/04/ISEREE_La-matriz-energ%C3%A9tica-ecuatoriana.pdf

OLADE. (Abril de 2012). *Presentaciones: Organización Latinoamericana de Energía*. Obtenido de Organización Latinoamericana de Energía: http://www.olade.org/sites/default/files/presentaciones-sej/8_Presentación%20OLADE%20UPADI%20201.pdf

OLADE. (noviembre de 2016). *Biblioteca: Organización Latinoamericana de Energía*. Obtenido de Organización Latinoamericana de Energía Web site: <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/hm000658.pdf>

Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2011). *Definición de hidroeléctrica: Definición.de*. Obtenido de Definición.de Web site: <https://definicion.de/hidroelectrica/>

Posso, F. (2002). Energía y ambiente: pasado, presente y futuro. Parte dos: Sistema energético basado en energías alternativas. *Geoenseñanza*, 7(1-2), 54-73. doi:1316-6077

Red Mundial de Políticas en Energía Renovable . (2016). *Publicaciones: REN21*. Obtenido de REN21: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_KeyFindings_SPANISH.pdf

Regueiro Ferreira, R. M. (2011). La contribución de las energías renovables al bienestar. Una elección todavía no aprendida. *Revista Galega de Economía*, 20, 1-16. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39121275011>

REN21. (2017). *Reporte de la Situación Mundial de Energías Renovables 2017*. Obtenido de Red de Políticas en Energía Renovable para el Siglo 21: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf

Revista Energiza. (enero de 2012). *Revista Energiza*. Obtenido de Revista Energiza Web site: <http://www.energiza.org/anteriores/energizaenero2012.pdf>

Reyes, G. E. (2009). Teorías del Desarrollo Económico y Social: articulación con el planteamiento de Desarrollo Humano. *Tendencias*, 10(1), 117-142. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/18269/1/14048-63805-1-PB.pdf>

Roldán Chiriboga, P. (s.f.). *Corporación para la Investigación Energética*. Obtenido de <http://energia.org.ec/cie/energia-hidroelectrica/>

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - SENPLADES. (2014). *Objetivos Nacionales para el Buen Vivir*. En S. N. SENPLADES, *Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 - 2017* (Segunda ed., págs. 45-86). Quito, Ecuador.

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - SENPLADES. (2017). *Objetivos Nacionales de Desarrollo*. En S. N. SENPLADES, *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida* (págs. 45-108). Quito.

SENAGUA. (2012). *Servicios de Geoinformación: SENAGUA*. Obtenido de Secretaria del Agua Web site: <http://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/download/Diagnostico%20de%20las%20Estadisticas%20del%20Agua%20Producto%20IIIc%202012-2.pdf>

SENPLADES. (s.f.). *Planificación Estratégica: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo*. Obtenido de Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo Web site: <http://www.planificacion.gob.ec/mision-vision-principios-valores/>

Significados.com . (s.f.). *Significados.com*. Obtenido de Significados.com Web site: <https://www.significados.com/energia-termica/>

Anexos

Anexo # 1.- Distribución espacial de los recursos hídricos en el Ecuador.



Anexo # 2.- Localización de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair.



Anexo # 3.- Localización de la Central Hidroeléctrica Sopladora.



Anexo # 4.- Localización de la Central Hidroeléctrica Manduriacu.



Anexo #5: Características principales de la central hidroeléctrica Coca Codo Sinclair.

Tabla 13: Características principales de la central hidroeléctrica Coca Codo Sinclair.

Principales datos del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair			
Inicio de obras:	Julio del 2010	Beneficiarios directos:	Más de 20.000 habitantes.
Fecha de inicio de operación planeada:	Febrero del 2016	Fecha de inicio de operación real:	18 de noviembre del 2016
Inversión total	\$2.646 millones	Financistas	The Export-Import Bank of China (China Ex-Im).
Potencial de ríos aprovechado	Quijos y Salado	Energía neta aportada al S.N.I.	11.603,76 GWh desde abril de 2016 hasta mayo de 2018.
Características:	<p>Está conformado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Una obra de captación constituida por una presa de enrocado con pantalla de hormigón de 31.8 m de altura. - Vertedero con un ancho neto de 160 m. - Desarenador de 8 cámaras. - Compuertas de limpieza que permiten transportar el caudal captado hacia el Embalse Compensador a través de un Túnel de Conducción de 24.83 km de longitud y un diámetro interior de 8.20 m, gracias a una caída de 620 m desde el embalse compensador a la casa de máquinas permitirá transformar la energía potencial en energía eléctrica a través de 8 unidades tipo Pelton de 187.5 MW cada una. 		
Reducción de emisiones de CO₂:	3.45 millones de Ton/año.		
Programas de desarrollo integral y sostenible	Implementación y mejoramiento de sistemas de alcantarillado, agua potable y tratamiento de desechos; apoyo en la infraestructura en varios centros educativos, con influencia en varias parroquias cercanas al proyecto incluyendo a varias		

implementados con comunidades, mejoramiento y ampliación del servicio
el proyecto: eléctrico.

Fuente: Página web del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, Libro El Ecuador de la Revolución Ciudadana, Autor: Vicuña Izquierdo Leonardo, Ficha de Proyecto 2016 de CELEC - Coca Codo Sinclair y Página web Represas en Amazonía. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

Anexo #6: Características principales de la central hidroeléctrica Sopladora.

Tabla 14: Características principales de la central hidroeléctrica Sopladora.

Principales datos del Proyecto Hidroeléctrico Sopladora	
Inicio de obras:	Abril del 2010
Fecha de inicio de operación planeada:	Octubre del 2015
Inversión total:	\$755 millones
Potencial de ríos aprovechado:	Paute
Características:	Está conformado por: <ul style="list-style-type: none"> - Una conexión directa entre los túneles de descarga de la Central Molino y el sistema de carga de la Central Sopladora. - La conexión directa consta de un túnel de derivación de flujo que comunica con dos túneles de descarga hacia una cámara de interconexión subterránea que proveerá el volumen necesario para garantizar el ingreso de 150 m³/seg para el funcionamiento del sistema de generación que consta de tres 3
Beneficiarios directos:	15.000 habitantes.
Fecha de inicio de operación real:	25 de agosto de 2016
Financistas:	El Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) / The Export-Import Bank of China (China Ex-Im) / The Inter-American Development Bank (IADB).
Energía neta aportada al S.N.I.:	4.198,49 GWh desde abril de 2016 hasta mayo de 2018.

turbinas Francis de 165.24 MW, alojadas en la casa de máquinas subterránea.

Reducción de emisiones de CO₂: 1.09 millones de Ton/año.

Programas de desarrollo integral y sostenible implementados con el proyecto: Se implementaron proyectos en Conservación Ambiental que fomenta medidas de adaptación al Cambio Climático, construcción y adecuación de infraestructura educativa; proyectos en infraestructura y vialidad; mejoramiento y equipamiento de centros de salud, construcción y mejoramiento de sistemas de agua potable y saneamiento, fortalecimiento de capacidades agropecuarias y capacitación en atención a turistas.

Fuente: Página web del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, Libro El Ecuador de la Revolución Ciudadana, Autor: Vicuña Izquierdo Leonardo, Discurso inaugural de la central por parte del Presidente de la República y Página web Represas en Amazonía. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.

Anexo #7: Características principales de la central hidroeléctrica Manduriacu.

Tabla 15: Características principales de la central hidroeléctrica Manduriacu.

Principales datos del Proyecto Hidroeléctrico Manduriacu			
Inicio de obras:	Septiembre del 2011	Beneficiarios directos:	Más de 10.000 habitantes.
Fecha de inicio de operación planeada:	Diciembre del 2014	Fecha de inicio de operación real:	19 de marzo de 2015
Inversión total	\$227 millones	Financistas	Banco de Desarrollo de Brasil BNDES.
Potencial de ríos aprovechado:	Guayllabamba	Energía neta aportada al S.N.I.	931,74 GWh desde su entrada en operación a mayo de 2018.
Características:	Está conformado por: <ul style="list-style-type: none"> - Una presa a gravedad de hormigón convencional vibrado y rodillado de 61,4 m de alto, considerando desde la base de la cimentación hasta la corona de la presa. 		

-
- Dos bocatomas planas de captación ubicadas en el cuerpo de la presa a la margen derecha del río.
 - Dos tuberías de presión de 4,50 metros de diámetro y 49,50 m de longitud.
 - La casa de máquinas semienterrada aloja dos grupos turbina-generator de tipo kaplan de 32,5 MW cada una, para un caudal total de 210 m³/s y una altura neta máxima de 33,70 m.

Reducción de

emisiones de CO₂: 0.14 millones de Ton/año.

Programas de desarrollo integral y sostenible implementados con el proyecto: Se ha realizado el mejoramiento de vías, construcción y rehabilitación de puentes, construcción y equipamiento de Centros de Salud Rural, elaboración de estudios e implementación de sistemas de agua potable y alcantarillado, dotación de servicio eléctrico a las comunidades de Cielo Verde, Rio Verde, Sta. Rosa de Manduriacu, El Corazón, Chontal, Guayabillas, Sta. Rosa de Pacto, campañas de salud oral, nutrición y control epidemiológico.

Fuente: Página web del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, Libro El Ecuador de la Revolución Ciudadana, Autor: Vicuña Izquierdo Leonardo, Discurso inaugural de la central por parte del Presidente de la República y Página web Represas en Amazonía. Elaborado por Vanessa Ivonne Miranda Márquez.