

Análisis comparativo de las energías renovables en la provincia de Pichincha-Ecuador y su impacto en el medio ambiente

Comparative analysis of renewable energies in the province of Pichincha-Ecuador and its impact on the environment

José Joaquín Amagua Pachacama¹, Luís Fernando Cordones Herrera².

¹ Ingeniero Eléctrico, Instituto Superior Tecnológico Universitario Libertad, Quito, Ecuador,
<https://orcid.org/0009-0008-8977-9829> jjamagua@itslibertad.edu.ec

² Ingeniero Eléctrico, Instituto Superior Tecnológico Universitario Libertad, Quito, Ecuador,
<https://orcid.org/0009-0000-4565-6247> lfcordones@itslibertad.edu.ec

Resumen

La dependencia de combustibles fósiles y los desafíos del cambio climático pueden afrontarse mediante la utilización de energías renovables, pero es necesario comparar las áreas técnica, económica, ambiental, social y política. En 2023 Ecuador genera el 65.36% de su energía en fuentes renovables, la hidráulica es la de mayor contribución con 62.42% del total. El estudio plantea un enfoque integral para determinar la más conveniente y señala la necesidad de una política energética a medida y una mejora en las infraestructuras para la transición hacia energía sostenible. Advierte los problemas que han surgido a consecuencia del cambio climático, con la convicción de que estas energías disminuyen la contaminación y aumentan la salud de los ciudadanos.

Palabras clave: Recursos energéticos, desarrollo ecológico, restauración de ecosistemas.

Abstract

The dependence on fossil fuels and the challenges of climate change can be addressed by using renewable energy, but it is necessary to compare the technical, economic, environmental, social and political areas. In 2023, Ecuador generates 65.36% of its energy from renewable sources, with hydropower making the largest contribution with 62.42% of the total. The study proposes a comprehensive approach to determine the most convenient one and points out the need for a tailored energy policy and an improvement in infrastructure for the transition to sustainable energy. It warns of the problems that have arisen as a result of climate change, with the conviction that these energies reduce pollution and increase the health of citizens.

Keywords: Energy resources, ecological development, ecosystem restoration.

Introducción

Los estudios que existen sobre este tema son muy escasos. Sin embargo, en 1992 fue creada mediante un consorcio entre EU, América Latina y el Caribe, la iniciativa para la Energía Renovable en las Américas (EREA) con el fin de fomentar soluciones sostenibles como la energía renovable y eficiencia energética a las crecientes necesidades energéticas del hemisferio (Caribe, 2004).

En 1994, en Puerto Rico se llevó a cabo una conferencia en la que dieciséis países firmaron la Declaración de la Iniciativa de Energías Renovables de las Américas (EREA). Esta iniciativa estableció un grupo de trabajo para establecer prioridades, cómo identificar y promover proyectos factibles de energía renovable y oportunidades de proyectos de eficiencia energética; fomentar medidas de política que mejoren el uso de energía renovable y las tecnologías y servicios necesarios para. En 1998, la OEA asumió la tarea de mejorar los servicios a América Latina y el Caribe. El objetivo de



este proceso es fomentar el desarrollo sostenible y la protección ambiental en toda la región, lo que amplía aún más el alcance de la Iniciativa de la EREA (Acuña et al., 2001).

La abundancia de recursos naturales y energéticos es un rasgo distintivo de la región sudamericana. Sin embargo, la región requiere de políticas y estrategias integrales para aprovechar dichos recursos y garantizar su autonomía energética a corto y mediano plazo. Además, la integración energética puede desempeñar un papel importante en la implementación de proyectos importantes para la región que no pueden ser llevados a cabo por los países de manera independiente. Esto se logra al fomentar el uso de recursos renovables, reducir los efectos del cambio climático y garantizar el papel del desarrollo energético como un componente esencial para la inclusión y el desarrollo social (Fiiapp, 2019).

Las energías renovables (ER) se consideran sostenibles porque se renuevan de forma natural por lo que pueden sustituir los combustibles fósiles y evitar la gran contaminación que estos producen tales como las emisiones de efecto invernadero contrarrestando el calentamiento global. La necesidad de evaluar y optimizar el uso de fuentes sostenibles, es crucial para entender las limitaciones y beneficios en el medio ambiente, reduciendo la dependencia energética de otros países. Esta investigación pretende ofrecer opciones sostenibles eficientes, viables que mitiguen el cambio climático y orienten el desarrollo de políticas energéticas respetuosas con el entorno (Nations, s. f.).

La necesidad de diseñar proyectos alineados a las directrices del ente rector, que respondan a las necesidades de la sociedad, requiere que el Gobierno Nacional establezca políticas encaminadas al fortalecimiento de estrategias efectivas que impulsen un futuro sostenible en la provincia, tales como la energía solar, la expansión de parques eólicos por lo que es necesario determinar las energías renovables más viables, de menor repercusión ambiental, más eficientes y sostenibles que impulsen el desarrollo energético sin comprometer el equilibrio ambiental según el Ministerio de Energía y Minas de Ecuador. (2022, agosto 2). El Ministerio de Energía y Minas expidió políticas públicas para fomentar la eficiencia energética en el Ecuador.

Para el abordaje de las energías alternativas, su estudio, investigación, desarrollo y selección de los tipos a explotar hay que considerar determinados criterios de evaluación. En la mayoría de trabajos revisados se tiene en cuenta fundamentalmente los impactos ambientales y la parte económica, sin tener en cuenta otros factores importantes tales como las políticas públicas y lo social; cuestiones muy importantes que son consideradas en este trabajo teniendo en cuenta un enfoque más integral según Hassan Al Garni (2016) y se relacionan a continuación:

Dimensión técnica

La eficiencia es la relación entre el coeficiente de la energía de salida y la energía contenida en la fuente primaria indica la cantidad de energía que se obtiene luego de la conversión energética.

Entre los criterios de esta dimensión se encuentran:

Disponibilidad de fuente natural: Considera la existencia y potencial de la fuente requerida para una tecnología determinada. La geografía, ubicación o clima del lugar tiene sus peculiaridades, por ello es imprescindible el análisis individual.

Disponibilidad de área: Para evaluar la disponibilidad del área hay que tener en cuenta la densidad; una mayor densidad repercute en menos área disponible para la construcción e implementación de la infraestructura. En el caso de integrar energías solares fotovoltaicas en edificios, resulta favorable la cantidad de techos con superficies homogéneas.

Integración arquitectónica: Las infraestructuras de generación transforman la configuración arquitectónica, sobre todo al masificarse causan impacto visual. Las edificaciones de valor arquitectónico, generalmente son restringidas, aunque existen alternativas para minimizarlas.

Grado de desarrollo tecnológico: Luego del nivel de investigación y desarrollo se pasa al nivel de validación demostrativo en plantas piloto, sin una definición de aplicabilidad y de ahí se escala a nivel comercial.

Dimensión económica

Considera el costo de provisión, operación y mantenimiento del equipamiento y producción, estos costos están influenciados por los impuestos, la importación de los equipamientos, y la ubicación en que se instalen. Las alternativas eficientes que pueden masificarse (fotovoltaica, solar térmica y eólica), implica mayores inversiones. En cambio, la mini hidroeléctrica, la mareomotriz, la biomasa y biogás están condicionadas a pocas plantas, requiriendo generalmente menor inversión.

Costo de inversión: Es el criterio más utilizado para comparar alternativas tecnológicas e incluye el costo de equipos, instalación, construcción de redes y servicios de ingeniería.

Costo de operación y mantenimiento: Corresponde a los precios de operación (personal, productos o servicios) durante su vida útil.

Costo de producción: Considera el valor monetario de una unidad energética obtenida.

Dimensión ambiental

La construcción e instalación de las energías alternativas requieren insumos y energía que pueden ocasionar un impacto ambiental significativo respecto al calentamiento global, como la lluvia ácida o eutrofización; aunque generalmente durante su operación no emiten gases o son muy pequeños los índices emitidos. Lo anterior, requiere incluir todo el ciclo de vida de la tecnología en el análisis de la dimensión ambiental.

Calentamiento global: Se produce debido a los gases de efecto invernadero como consecuencia de la contaminación, por este motivo se utiliza el dióxido de carbono (CO₂) como indicador.

Acidificación: Se produce lluvia ácida debido al dióxido de azufre que causa afecciones a ecosistemas y a la salud.

Eutrofización: Es consecuencia de la quema de combustibles fósiles liberando óxidos de nitrógeno, al propiciar un exceso de nutrientes que se depositan en el agua o en el suelo, lo que provoca un aumento de biomasa y como consecuencia una reducción de otras especies («A multicriteria decision making approach for evaluating renewable power generation sources in Saudi Arabia», 2016).

Dimensión social

Las ER distribuidas deben responder a normativas y condiciones sociales, requieren ser útiles y aceptadas, coherentes con demandas, espacio y tiempo.

Creación de empleo: El desarrollo, manufactura, instalación, construcción, mantenimiento y operación de la infraestructura energética requiere personal, en mayor o menor medida, con diversos grados de calificación, que varían en cada tipología. El empleo genera ingresos que mejoran la calidad de vida de la población y por consiguiente se establecen nuevos negocios.

Aceptación social de la tecnología: Este factor considera la aceptación de la población respecto a las tecnologías renovables.

Compatibilidad con las políticas públicas: La implementación de las ER tiene que estar acompañada a escala nación-región de políticas que regulen, incentiven y motiven el financiamiento.

Este estudio tiene el propósito de comparar las fuentes de energía renovable en la provincia de Pichincha-Ecuador, analizando divergentes dimensiones: eficiencia, lo económico, lo técnico, lo social y repercusiones medioambientales.

Materiales y métodos

Se empleó un enfoque cualitativo que analizó la bibliografía identificada sobre energías renovables (ER), según los medios utilizados para obtener los datos es de tipo documental, atendiendo al nivel de conocimientos de tipo explicativo. Se trata de determinar las fuentes renovables de energía alternativas, con el propósito de buscar explicaciones generalizadas. Se empleó el método comparativo para analizar las energías renovables en la provincia de Pichincha-Ecuador, su impacto ambiental, su eficiencia y sostenibilidad, teniendo en cuenta el enfoque integral propuesto por Hassan Al Garni (2016), que tiene en cuenta diferentes dimensiones: técnica, económica, ambiental, social y política, estableciendo los criterios a analizar en cada una de estas.

Resultados

La potencia en generación de energía eléctrica efectiva en el país, a partir de fuentes renovables en 2023 alcanza 5395,21 MW de un total efectivo de 8254,45, lo que representa un 65.36 %, según el Operador Nacional de Electricidad (CENACE, 2023). Esto coincide con la Revista Panorama Eléctrico (2024), que indica que la energía hidráulica es la que más contribuye en el país (62.42%), aunque no se reportan datos por provincia. (Tabla 1).

Tabla 1.

Generación de energía eléctrica efectiva en el país: renovable y no renovable

Potencia en generación eléctrica	Dic 2023 (MW)	Dic 2022 (MW)	Variación 2023-2022
Efectiva	8.254,45	8.219,55	0,42
Renovable	5.395,21	5.372,40	0,42
Hidráulica	5.152,31	5.151,31	0,02
Eólica	71,13	49,72	43,07
Fotovoltaica	28,17	27,76	1,46
Biomasa	136,40	136,40	-
Biogás	7,20	7,20	-
N o renovable	2.859,24	2.847,16	0,42
MCI	1.636,39	1.625,11	0,69
Turbo gas	791,35	790,55	0,10
Turbo vapor	431,50	431,50	-
Interconexión	635,00	635,00	-
Colombia	525,00	525,00	-
Perú	110,00	110,00	-

Fuente: Agencia de Regulación de Energía y Control de Recursos Naturales, 2024.



En este año 2024, la capacidad instalada en términos energéticos en el país es de 4.544 MW (potencia eléctrica efectiva), que corresponde el 48.75% a térmica y el 48.91% a hidráulica y se generaron 9.108 GWh de electricidad (Agencia de Regulación de Energía y Control de Recursos Naturales, 2024).

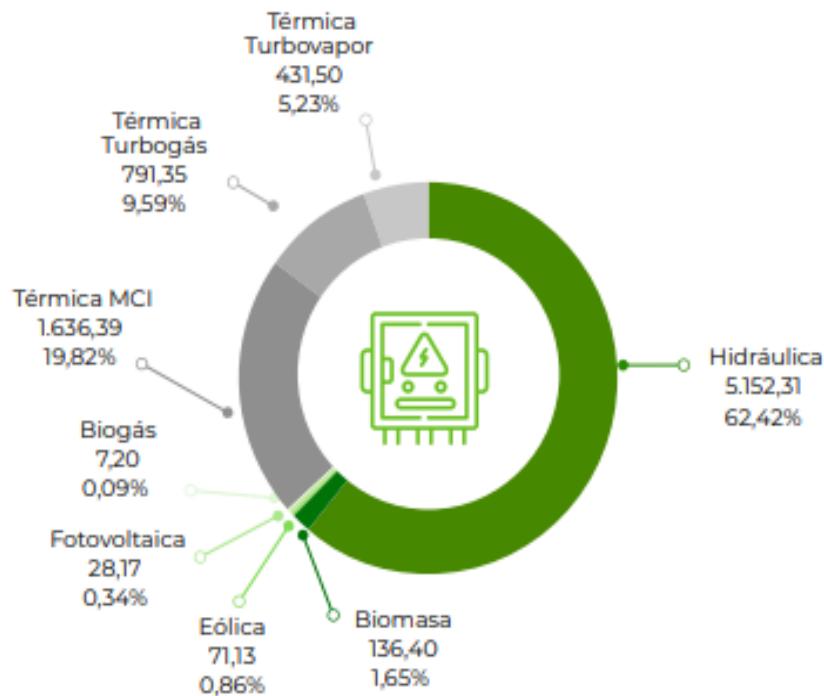


Figura 1. Potencia efectiva (MW), diciembre 2023.

Fuente: Tomado de Balance Nacional de Energía. Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2023. Describe los porcentajes y MW efectivos por tipos de ER.

Todo lo anterior indica que actualmente la energía renovable (ER) que más contribuye a la generación eléctrica es la hidráulica y esta situación es similar en la provincia de Pichincha. Sin embargo, hay que tener en cuenta los problemas actuales generados por el cambio climático.

Caracterización de las dimensiones y sus criterios para la elección de las energías renovables. Las mejores fuentes de energías renovables pueden variar dependiendo de los criterios de evaluación. En el trabajo se tienen en cuenta algunas dimensiones tales como: la técnica, ambiental, económica, social y políticas que deben tomarse en cuenta para elegir un tipo u otro según el enfoque integral propuesto por Hassan Al Garni (2016). Además, hay que contar con los recursos naturales que constituyen la fuente. Ecuador posee un gran potencial de energías alternativas aún no explotado y poco estudiado; pero el agotamiento de las reservas petroleras y el cambio climático requiere de manera urgente realizar los estudios para el aprovechamiento de estas.

En base a la revisión bibliográfica realizada se han identificado los criterios para las diferentes dimensiones y energías renovables, los que se detallan a continuación.

Tabla 2.

Criterios de selección de las energías alternativas según dimensiones.

Criterios	Dimensión Técnica	Dimensión Ambiental	Dimensión Económica	Dimensión Social	Dimensión Política
Hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> *Requiere de varios años de datos de información de las centrales meteorológicas *Infraestructura civil, electromecánica de alto costo 	<ul style="list-style-type: none"> *Genera gases de efecto invernadero en baja escala *Alteración del ecosistema y hábitat de la zona *Alteración del curso Normal del cauce de los ríos 	<ul style="list-style-type: none"> *Alta inversión económica inicial en la operación baja 	<ul style="list-style-type: none"> *Se crean nuevas fuentes de empleos para la construcción de las instalaciones *Como resultado de la mano de obra se crean negocios y servicios que dinamizan la economía local. 	<ul style="list-style-type: none"> *No se encontró en la bibliografía consulta alguna ley que regule el desmantelamiento de las centrales después de su vida útil
Eólica	<ul style="list-style-type: none"> *La producción de electricidad no es continua, está sujeta a si hay o no viento (Roldán Viloria, 2012). *Para que su explotación sea rentable se requiere velocidades superiores a 6,9 m/s a 80 m de altura, si los vientos alcanzan una velocidad de 90 km/h por razones de seguridad las turbinas se apagan. * Para proponer este tipo de energía, es necesario realizar repetidas mediciones meteorológicas de la velocidad del viento en los lugares donde se pretende ubicar. 	<ul style="list-style-type: none"> *No produce gases de efecto invernadero. *Se exponen a las aves que habitan cerca de las turbinas, entre ellos el cóndor andino, que ya es una especie en peligro de extinción. *Se genera ruido ocasionado por el movimiento de las turbinas. *Alteración del paisaje natural. *No existe políticas para llevar a cabo el desmantelamiento una vez que la central cumpla su vida útil 	<ul style="list-style-type: none"> *Los estudios resultan costosos por la cantidad de mediciones que deben hacerse para comprobar una óptima velocidad de los vientos en los lugares donde se va a ubicar la central eólica. *Se requiere datos de las centrales meteorológicas de por lo menos 15 años *Relativamente alto el costo de mantenimiento y operación. 	<ul style="list-style-type: none"> *Se crean nuevas fuentes de empleos para montar turbinas y parques eólicos, así como para el mantenimiento y operación. 	<ul style="list-style-type: none"> *La Ley Orgánica de Eficiencia Energética defiende el uso eficiente, racional y sostenible de la energía en todas sus formas como política de Estado y de interés nacional. Pero no establece estrategias ni acciones para disminuir los costos de inversión, ni para la inversión pública.

Solar fotovoltaica	<ul style="list-style-type: none"> *Requiere espacios muy grandes para la obtención en altas cantidades de energía. *Para el desmantelamiento de la central una vez que cumple su vida útil requiere de costo adicional 	<ul style="list-style-type: none"> *No producen gas *Altera el paisaje natural por las extensiones de terreno que ocupa la instalación *Proliferación aves/roedores que hacen sus nidos en los paneles solares, ocasiona fallas eléctricas 	<ul style="list-style-type: none"> *Altos costos económicos en comparación con la energía hidráulica. *Costos relativamente altos de los terrenos donde va la central. *Bajo el costo de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> *Generalmente la población acepta el uso de los paneles solares. 	<ul style="list-style-type: none"> *La ley de Eficiencia Energética emitida en Ecuador regula la integración de las ER y la arquitectura en condominios, aunque no establece estrategias para la inversión pública, ni para disminuir los costos de inversión.
Solar térmica	<ul style="list-style-type: none"> *Nulo acceso a esta tecnología. * Ocupan gran cantidad de espacio. 	<ul style="list-style-type: none"> *Reduce las emisiones de gases de efecto invernadero. *Las partes de los equipos de generación solar térmica pueden reciclarse para reducir su impacto a lo largo de su vida útil. *Las instalaciones solares pueden tener un impacto en la biodiversidad local y el uso del suelo en la zona. 	<ul style="list-style-type: none"> *La inversión es muy alta comparada con la instalación de una central de generación hidráulica. *Escasa experiencia técnica sobre esta tecnología en el Ecuador. 	<ul style="list-style-type: none"> *A baja escala en calentamiento de residencias generalmente la población acepta el uso pues no genera contaminación. 	<ul style="list-style-type: none"> *No existen estrategias para la inversión pública, ni para disminuir los costos de inversión.
Biomasa	<ul style="list-style-type: none"> *En Ecuador no hay suficientes estudios a escala industrial, sólo proyectos pilotos, su explotación es escasa. 	<ul style="list-style-type: none"> *Se utilizan amplios espacios agrícolas lo que hace que disminuya las áreas disponibles para el cultivo de alimentos de la población. *Se utilizan biodigestores que permiten la reducción y 	<ul style="list-style-type: none"> *Aunque no es comparable con los combustibles fósiles, se produce contaminación del entorno con gases productos de la combustión y partículas suspendidas en el aire. *Bajo costo de mantenimiento y operación 	<ul style="list-style-type: none"> *Genera trabajo para los pobladores de la zona. *Se reducen los malos olores, lo que es bueno para la salud de los pobladores de la zona. 	<ul style="list-style-type: none"> *No existen estrategias para la inversión pública, ni para disminuir los costos de inversión



		control de desechos de ganado vacuno, avícola.			
Geotérmica	*La explotación es escasa debido a que los estudios toman años. Existe escaso estudio en Ilalo	*Desplazamiento de masas de tierra debido al compactamiento del suelo. *Presencia de gases contaminantes	*Costo mediano para realizar mantenimiento de su infraestructura	*Crea trabajo a los pobladores de la zona	*No existen estrategias para la inversión pública, ni para disminuir los costos de inversión

Fuente: Elaboración propia en base a la revisión bibliográfica realizada.

En cuanto a las políticas públicas y regulatorias relacionadas con el uso de las energías renovables en Ecuador, se accedió a la página web del ente de control normativo que regula las políticas que tienen que ver con la explotación e implementación de las ER en Ecuador. De la revisión de los documentos regulatorios de dicha entidad se puede resumir lo siguiente:

Tabla 3.

Políticas públicas que regulan las energías renovables en Ecuador

Políticas	Proponen o regulan	Limitaciones
Resolución Nro. ARCERNR-031/2023	Analizar la Regulación Nro. ARCERNR-001/2021 en el contexto del desarrollo de la generación distribuida en un esquema de autoabastecimiento para condominios.	Se limita a uso residencial
Resolución Nro. ARCERNR-031/2023	Actualizar la regulación del sector eléctrico para aumentar los mecanismos de autoabastecimiento de la demanda y reducir el riesgo de desabastecimiento durante el período estival.	No existe incentivo para la inversión en energías renovables
Ley orgánica De eficiencia Energética	En el Ecuador continental, a partir del año 2025, todos los vehículos que se incorporen al servicio de transporte público urbano e Inter parroquial serán únicamente de medio motor eléctrico.	No se menciona sobre la forma de suplir la energía que utilizarán el nuevo parque automotriz eléctrico.
Ley orgánica De eficiencia Energética	Es necesario cumplir con las metas sectoriales de eficiencia energética en edificios industriales, comerciales, recreativos, residenciales y equipamientos. Los diseñadores, constructores, propietarios y usuarios de las edificaciones deben cumplir con esta normativa.	Existe un escaso cumplimiento de esta ley.
Ley orgánica De eficiencia Energética	Propone que el Estado ecuatoriano fomente la investigación científica y tecnológica sobre la eficiencia energética y el uso racional de la energía en instituciones educativas, políticas y centros de investigación, con la participación de empresas nacionales en proyectos de investigación.	No específica sobre la intervención de la empresa privada sobre la inversión de fondos en este ámbito.
Norma ecuatoriana de Construcción NEC-11	Energía solar para calentar el agua. Sistemas de generación de energía utilizando energía solar fotovoltaica.	Menciona sobre la energía de calentamiento solar y la fotovoltaica el resto de energías renovables no menciona

Nota: Elaboración propia. Indica la ley o normativa y sus limitaciones

Discusión

Según la revisión bibliográfica realizada en el estudio, la energía alternativa menos contaminante es la eólica, debido a que utiliza como energía base el viento, por tal motivo es gratuita y renovable, se recomienda siempre y cuando la presencia de la energía cinética del aire sea predominante en el sitio donde se instalará el parque eólico; el tiempo de instalación del parque eólico depende de las vías de acceso, disponibilidad de conexión a las líneas de evacuación hacia los centros de consumo, preparación del terreno y obra civil para la instalación del parque eólico, logística de movilización de los equipos eléctricos mecánicos, además incrementa la tasa de empleo de la población aledaña. Aunque el gasto de inversión es alto, el bajo costo de su operación equilibra los costos totales, lo que hace que sea una opción atractiva para los inversionistas.

Contrario a lo anterior, la producción de energía eólica presenta algunos inconvenientes debido a varios factores que pueden influir en el desarrollo de esta, la producción de electricidad no es continua, está sujeta a si hay o no viento en el lugar (Roldán Viloria, 2012), para que el rotor funcione se requiere una velocidad del viento superior a 2,7 m/s; si los vientos alcanzan una velocidad de 25 m/s por razones de seguridad las turbinas se apagan y se inmovilizan a fin de evitar daños en la unidad de generación eólica. Sin embargo, para proponer este tipo de energía, es necesario disponer de datos proporcionados por las estaciones meteorológicas en especial con respecto a la velocidad del viento en los lugares donde se pretende ubicar esta información debe tener por lo menos un periodo de estudio de 15 años, por otro lado, el movimiento de las palas del generador eólico atenta contra las aves de la zona y en Pichincha particularmente contra el cóndor andino, que ya es una especie en riesgo de extinción.

La energía hidráulica también tiene impactos negativos, tales como: la alteración de los ecosistemas (altera hábitos acuáticos y terrestres), desplazamiento de comunidades locales, pérdida de tierras agrícolas, modificación del ciclo natural de los ríos, situación actual que se tiene en la central hidráulica Coca Codo Sinclair. Además, promueve el aparecimiento de especies de vegetales invasivas tales como lechuguines, presencia de sedimentos en las represas; esto afecta la fauna acuática por la disminución de contenido de oxígeno en el agua y la reducción del nivel de acumulación de agua de las represas (Coutiño, 2021).

Actualmente, el cambio climático afectará la disponibilidad de agua ya que de alguna manera esta condición altera los patrones de precipitación reduciendo el caudal de los ríos, por otra parte, en la provincia de Pichincha en meses de sequía ya existen problemas de la provisión de agua para la generación hidráulica.

La biomasa tiene algunos inconvenientes como la contaminación del entorno con gases productos de la combustión y partículas suspendidas en el aire.

La solar fotovoltaica requiere espacios muy grandes para la obtención de altas cantidades de energía, además su inversión es muy alta comparada con la instalación de una central de generación hidráulica.

La implementación de la energía solar térmica a nivel industrial requiere de amplios espacios con una tecnología avanzada para controlar los procesos técnicos de conversión de energía, lo que implica altos costos económicos en comparación con la energía hidráulica.

Los retos globales actuales agregados a la crisis energética por la que atraviesa actualmente el Ecuador llevan a buscar alternativas, que van desde el marco regulatorio a la implementación de programas sostenibles y eficientes de energías alternativas. En cuanto a la Ley de Eficiencia Energética analizada, es poco conocida aún y tiene algunas limitaciones para alcanzar la eficiencia, el principal inconveniente detectado por los autores de este trabajo es que la ley no especifica sobre la inversión de

las empresas privadas, pues la falta de fondos es una limitación para el desarrollo e implementación de las ER en la provincia de Pichincha. Además, para mejorar la eficiencia energética, es crucial modernizar la infraestructura, esto implica renovar redes eléctricas y equipos para reducir pérdidas de energía, así como implementar las energías alternativas más viables. Todo esto requiere de fondos de inversión y no son adecuadamente tratados en esta Ley.

Conclusiones

El estudio realizado permitió la identificación de la energía renovable que más contribuye actualmente a la generación de energía efectiva en la provincia de Pichincha, siendo esta la hidráulica, debido a su bajo costo de operación, a que no emite gases contaminantes a la atmósfera y permite controlar las inundaciones regulando el flujo de agua. Sin embargo, esto no considera los efectos del cambio climático y las consecuencias del calentamiento global actual.

Se caracterizó el impacto ambiental, atendiendo a varias dimensiones: técnica, económica, ambiental, social y política, siendo en todos los tipos de energía, mucho menor que los combustibles fósiles. La eólica y la geotérmica son las que menos impactos ambientales presentan, la amplia revisión de la bibliografía arroja que el impacto más valorado es la mejora de la calidad del aire y la salud de las personas debido a que no generan gases de efectos invernadero. Sin embargo, hay que realizar estudios de factibilidad ya que el montaje de parque eólico y de pozos en el caso de la geotérmica son costosos.

En el Ecuador y en particular en la provincia de Pichincha existen algunas leyes regulatorias para la gestión de energías renovables, que muchas veces no se cumplen lo que obstaculiza la inversión en infraestructura renovable y desacelera la transición hacia fuentes más limpias. Esto afecta la planificación energética nacional, la distribución de recursos y la integración de tecnologías emergentes

Conflictos de Intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

Referencias

- Acuña, G., Griffiths, R. C., & United Nations (Eds.). (2001). Desarrollo sostenible: Perspectivas de América Latina y el Caribe. Reunión Consultiva Regional sobre Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe, Santiago de Chile. CEPAL.
- Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables, C.-C. C. (s. f.). Estadística Anual y Multianual 2023 del sector eléctrico ecuatoriano.
- Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables. (2024, marzo). *Panorama eléctrico XXI*. <https://controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2024/03/PanoramaElectricoXXI-Marzo-Baja.pdf>
- Agencia Nacional de Energía Eléctrica. (s.f.). Tipo de instalaciones eólicas en funcionamiento. <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/operacaoeapacidadebrasil.asp>
- Andagoya, D., Gallardo, C., Salazar, G., & Arcos, H. (2014, enero). Máxima Capacidad de Generación Eólica a ser Instalada en el Sistema Eléctrico Ecuatoriano.
- Asociación de energía eólica americana (AWEA). (2005). La economía de la energía eólica (Washington, DC: AWEA). <http://www.awea.org/pubsfactsheets/EconomicsOfWind-Feb2005.pdf>

Autoridad de Regulación y Control de Recursos y Energía. (2024). *Resolución No. 001-2024*.

<https://controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2024/04/Res-001-2024.pdf>

Capítulos de la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) – MIDUVI – Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (s. f.). Recuperado 5 de agosto de 2024, de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construcion/>

Caribe, C. E. para A. L. y el. (2004). Fuentes renovables de energía en América Latina y el Caribe: Situación y propuestas de políticas. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/31904-fuentes-renovables-energia-america-latina-caribe-situacion-propuestas-politicas>

Centro Nacional de Control de Energía (CENACE). (2024). *Informe anual CENACE 2023* (Parte 1). Recuperado de https://www.cenace.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2024/04/Parte-1-Info_rme-Anual-CENACE-2023.pdf

Fiiapp. (2019, febrero 28). Las energías renovables y su relación con el cambio climático. FIIAPP. https://www.fiiapp.org/blog_fiiapp/las-energias-renewables-y-su-relacion-con-el-cambio-climatico/

Hassan Al Garni, Abdulrahman Kassem, Anjali Awasthi, Dragan Komljenovic, Kamal Al-Haddad. (2016). A multicriteria decision making approach for evaluating renewable power generation sources in Saudi Arabia. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 16, 137-150. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2016.05.006>

Izquierdo Apolo, C., & Carcelen, J. (2022). Energía geotérmica en Ecuador, condiciones actuales y necesidad de una legislación específica. *Iuris Dictio*, 16. <https://doi.org/10.18272/iu.v29i29.2527>

Ministerio de Energía y Minas expidió políticas públicas para fomentar la eficiencia energética en el Ecuador – Ministerio de Energía y Minas. (s. f.). Recuperado 2 de agosto de 2024, de <https://www.recursosyenergia.gob.ec/ministerio-de-energia-y-minas-expidio-politicas-publicas-para-fomentar-la-eficiencia-energetica-en-el-ecuador-2/>

Muñoz, J., Rojas, M., & Barreto, C. (2018). Incentivo a la generación distribuida en el Ecuador. *Ingenius*, 19, 19. <https://doi.org/10.17163/ings.n19.2018.06>

Nations, U. (s. f.). Energías renovables: Energías para un futuro más seguro | Naciones Unidas. United Nations; United Nations. Recuperado 1 de agosto de 2024, de <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/renewable-energy>

Vicente Reyes, J. A. (2021). Evaluación general de la matriz energética ecuatoriana y el aporte de las energías renovables no convencionales a la descarbonización de la generación eléctrica con énfasis en el potencial geotérmico.