

Enfoque Estratégico de los Recursos Renovables para Generación Eléctrica en el Ecuador

Strategic Approach of Renewable Resources for Power Generation in Ecuador

Galo Guarderas Burbano, Rubén León Vasquez

Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones,
Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, 171103, Sangolquí, Ecuador.
gfguarderas@espe.edu.ec; rdleon@espe.edu.ec

Resumen

En el presente estudio se realiza un análisis acerca de la implicación del control estratégico de los recursos primarios para generación de energías en forma general, principalmente aborda el estudio en función de los recursos no hídricos: fotovoltaica, eólica, geotérmica y otras similares. Basados en los recientes hechos que la humanidad está soportando como la pandemia y el conflicto bélico entre Rusia y Ucrania, se ha abordado la disyuntiva de la importancia de que los recursos primarios energéticos estén bajo el control estratégico del Estado únicamente, o que sean administrados bajo otros modelos, como podrían ser: asociaciones público-privadas, privatizarlas o concesionarlas. El artículo está estructurado de la siguiente manera: la sección I cubre una introducción de la situación actual de las energías renovables en el Ecuador, en la sección II se presenta una perspectiva de generación de energía eléctrica mediante recursos renovables, en la sección III se pone en evidencia el problema del control estratégico de la generación de energía eléctrica y con base a ella se propone la posible estructura de generación eléctrica. Finalmente, en la sección IV se muestran las conclusiones y trabajos futuros.

Palabras clave: Administración; estrategia; generación; gestión; renovables, securitización

Abstract

In the present study, an analysis is carried out about the implication of the strategic control of primary resources for energy generation in general, mainly addressing the study based on non-water resources: photovoltaic, wind, geothermal and other similar. Based on the recent events that humanity is enduring, such as the pandemic and the war between Russia and Ukraine, the dilemma of the importance of primary energy resources being under the strategic control of the state only, or being administered under other models, such as: public-private associations, privatization or concession. The article is structured as follows: section I covers an introduction to the current situation of renewable energies in Ecuador, in section II we present a perspective of electricity generation through renewable resources, in section III it is put into evidence the problem of strategic control of electricity generation and based on it we propose the possible structure of electricity generation, and finally in section IV conclusions and future work.

Keywords: Administration, generation; management, renewable, securitization, strategy



Fecha de Recepción: 05/06/2022 - Aceptado: 20/06/2022 – Publicado: 31/06/2022
ISSN: 2477-9253 – DOI: <https://dx.doi.org/10.24133/RCSD.VOL07.N02.2022.01>

I. Introducción

El clima, la orografía, la hidrografía y en general la posición geográfica del Ecuador configuran un conjunto de ventajas y desventajas que definen sus recursos naturales renovables no hídricos, mediante los cuales se puede generar energía eléctrica en cantidades suficientes para cubrir la demanda actual del país, su constante crecimiento e inclusive estar en condiciones de exportar energía. Actualmente, en el Ecuador, la generación hidráulica cubre alrededor del 78% de la producción de energía. Del 22% restante, el 20% corresponde a generación térmica y el 2% se reparte entre biomasa, biogás, fotovoltaica y eólica (MEER, 2021). De ese 2%, la generación solar fotovoltaica (PV) corresponde al 0.12, eólica 0.25% y en otras renovables no hídricas el 1.5%; estas abastecen localidades cercanas como la central eólica de Villonaco, que sirve a la ciudad de Loja, y las instaladas en la Isla San Cristóbal evidencian el deficiente aprovechamiento de recursos primarios no renovables.

El Estado ha llamado a licitación internacional para instalar plantas generadoras de energía mediante recursos renovables no convencionales, el incremento proyectado es de 500 MW. Se estima que este incremento entraría en servicio a inicios o mediados del 2024, si no hay retrasos. Además, se ha licitado 400 MW generados mediante ciclo combinado de gas natural (MEER, 2021). De los 500 MW que se adicionarán, 150 MW son generación hídrica, 320 MW PV eólica, y los 30 MW restantes son biomasa.

Este panorama hace pensar que el futuro de las renovables no convencionales en el Ecuador tiene posibilidades de desarrollo. Sin embargo, la mayoría de la energía eléctrica del país es generada por medio del recurso agua, esto dificulta el desarrollo de parques fotovoltaicos, eólicos y geotérmicos, a pesar de que actualmente su desarrollo son tendencia mundial, aportando importantes cantidades de potencia eléctrica en países industrializados como en la Unión Europea (UE) y China.

Por otro lado, existe una fuerte discusión acerca de inconvenientes ecológicos, en relación con la generación hidráulica. Varios estudios sostienen la tesis de que la hidroelectricidad, a pesar de ser no contaminante, no es eco amigable (Bermann, 2007), ya que su construcción y funcionamiento representan un impacto incalculable en el ambiente, desde la eliminación de tierras de cultivo, hasta la destrucción de ecosistemas sensibles que difícilmente podrán reconstituirse.

Las celdas solares comerciales varían desde el 15% al 20% en eficiencia de conversión, es decir, convertir la irradiación solar a energía eléctrica (Morguera, 2015; Balenzategui, 2008), pudiendo llegar con el desarrollo de nuevos materiales como la perovskita, hasta tasas de conversión de alrededor del 24%.

Los generadores eólicos basados en tierra con potencias promedio de 4.2 MW (AEE, 2022), generadores para parques offshore, que pueden alcanzar actualmente hasta los 12 MW y en continuo crecimiento, cuyas eficiencias rondan el 60% (Herbert, 2005; Wu, 2019), convierten la fuerza de empuje del viento en energía cinética y finalmente la transforman en energía eléctrica. La Figura 1 (a) ilustra la evolución creciente de las turbinas eólicas utilizadas en la UE para parques eólicos en tierra. El récord del mayor aerogenerador de 20 MW de potencia para parques eólicos offshore lo tiene General Electric (GE, 2018); la Figura 1 (b) muestra el tamaño comparativo de la turbina en mención. Estos dos últimos métodos de generación también tienen detractores que se oponen a su instalación y desarrollo, esgrimen igualmente argumentos de impacto ambiental.

En lo que respecta a geotermia, en el país no existe registro oficial de generadores de este tipo, es decir, que no existen plantas generadoras geotérmicas, lo cual es una falencia, tomando en cuenta el evidente

potencial geotérmico que, a simple vista y sin mayor análisis se evidencia y cae por su propio peso. Ecuador pertenece al conjunto de países cuya orografía está definida por el Cinturón de Fuego del Pacífico, posee 31 volcanes entre activos, potencialmente activos y en erupción (IGEPN, 2022). La Figura 2, detalla la distribución de los volcanes en el Ecuador. Al momento, se ha planteado la instalación de 50 MW de geotérmica, la misma que entraría en funcionamiento en el 2026 (Jorquera, 2022).

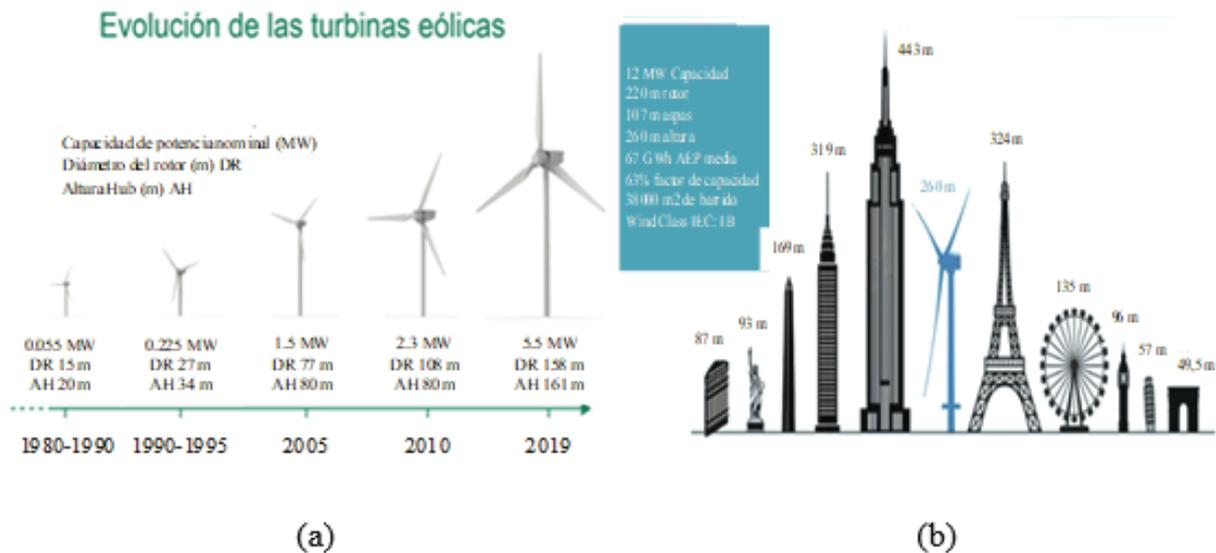


Figura 1: Evolución de la potencia de los aerogeneradores y comparativa de tamaño de la turbina eólica HALIADE X-12 MW Fuente (ENEL GREEN POWER; Action Renewables).



Figura 2: Volcanes en el Ecuador. Obtenido de IGEPN.

II. Perspectiva de generación eléctrica:

2. 1. Solar Fotovoltaica

El Ecuador, por su posición geográfica, tiene una irradiación horizontal solar promedio de 4,5 kW/h/día, en todo el territorio nacional, lo que en promedio le otorga un potencial de generación de energía eléctrica con PV de 3,6 kWh/kWp instalado. La demanda nacional al momento es de 30.158 GWh, esto implica que sería necesario una instalación nominal de 8,4 GWp para cubrir dicha demanda. La Figura 3, muestra los totales diarios y anuales promedio de la irradiación horizontal y el potencial PV eléctrico.

2. 2. Eólica

El viento es producto del efecto del calentamiento del aire sobre la superficie de la tierra y de los océanos por la mañana, y el enfriamiento de dichas superficies por la noche, efecto generado por la irradiación solar, siendo entonces un efecto de la irradiación solar el movimiento de las masas de aire. Esta variación de temperatura produce zonas con diferentes presiones que buscan equilibrio térmico produciendo el movimiento del aire, la fuerza de empuje de este flujo es aprovechado por los aerogeneradores.

La zona de calma ecuatorial limitada desde los 10° de latitud norte y sur considera el origen de la circulación de los vientos en el planeta. En esta zona, el aire incrementa su temperatura rápidamente, alcanzando su mayor temperatura en el equinoccio, esto genera un desplazamiento vertical hacia arriba del aire, produciendo una fuerza de empuje ascendente. A medida que asciende va perdiendo temperatura, al enfriarse inicia su descenso en forma de cascada. En este descenso al acercarse al suelo se reparte casi equitativamente en los dos hemisferios norte y sur. Finalmente, por el movimiento de rotación de la tierra, el efecto Coriolis produce sistemas de flujo de aire circulares llamados “celdas”, cuyo comportamiento definen la dirección de los vientos. En el hemisferio norte estas celdas van desde el noreste hacia el sudoeste y en el hemisferio sur de sudeste a noroeste.

Por lo descrito, se pensaría que el potencial eólico del Ecuador es limitado. Sin embargo, la orografía del país genera el efecto conocido como Favonio o el “Céfiro”, donde el aire frío y húmedo que sube por una vertiente de la cordillera va ganando temperatura por efecto del contacto cercano al suelo, en consecuencia, el aire pierde humedad, al llegar a la cima, se expande y desciende en avalancha hacia el valle por la vertiente opuesta, esto produce el aire cálido de los valles. Esta explosiva expansión en la cima genera una gran fuerza de empuje del viento, siendo este lugar el adecuado para instalar los aerogeneradores. El potencial eólico bruto basado en tierra en el Ecuador está alrededor de 1,7 GW (MEER, 2013).

Por otro lado, el mar territorial del Ecuador es lo bastante extenso, dando cabida a la propuesta válida sustentada en hechos evidentes, como el potencial eólico en los océanos y de las instalaciones eólicas de alta mar conocidas como eólicas offshore, localizadas en el Mar Báltico y Mar del Norte que surten de energía a Alemania, Dinamarca, Finlandia, entre otros. Por lo tanto, es viable la instalación de turbinas eólicas offshore en el mar territorial, las cuales podrían cumplir dos funciones importantes: 1. Cubrir parcial o totalmente la demanda de energía eléctrica de todo el país y, 2. Materializar con las mencionadas turbinas eólicas, cercos a manera de “fronteras vivas”, evitando problemas de soberanía generados principalmente por la pesca depredadora de flotas pesqueras de otras naciones, en especial en los alrededores de las Islas Galápagos.

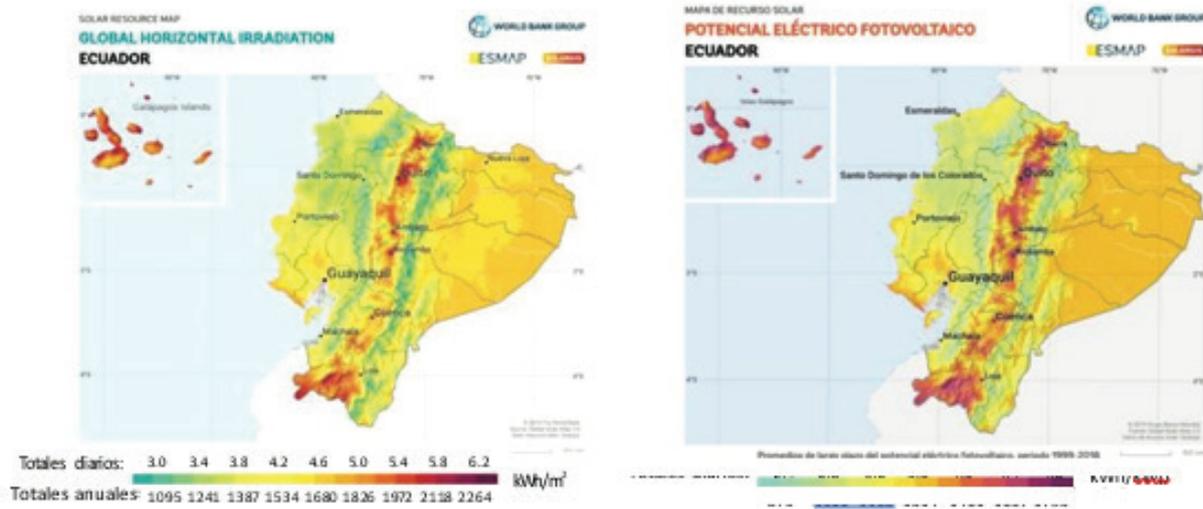


Figura 3: Irradiación Horizontal y Potencial Eléctrico PV en Ecuador. Obtenido de (Global Solar Atlas).

2. 3. Geotérmica

Acerca del desarrollo de la geotérmica en el país, no existen registros oficiales; sin embargo, con lo expuesto en la introducción es evidente que, el Ecuador tiene un potencial geotérmico considerable tanto de baja como de alta entalpia, siendo esta última la que permite generar energía eléctrica. No obstante, la geotermia de baja entalpia es un recurso ampliamente usado para cubrir otras necesidades, como calentamiento de agua, climatización, entre otras; además, su uso permite ahorrar costos relacionados con el consumo de energía y reducir el uso de contaminantes. La geotermia de alta entalpia supera los 150°C, lo que permite obtener vapor de agua que es inyectado a turbinas para generar energía eléctrica. Según estudios, el potencial geotérmico del país ronda los 3 GW (CELEC, 2016).

III. La administración estratégica de los recursos renovables

3. 1. Generalidades

Según la acepción del término “estratégicos”, los recursos naturales innegablemente califican como tal, ya que son imprescindibles para la comunidad o conglomerado humano que se sirve de ellos, siendo entonces de gran importancia el garantizar la soberanía, supervivencia, desarrollo y seguridad de la mencionada sociedad. La irradiación solar y el viento no son bienes valorables, no están bajo el control de ninguna nación u organización, es un bien común de la humanidad, por lo que ninguna persona, entidad nacional o internacional puede regular su uso. Por otro lado, el calor interno de la tierra, materia prima para el desarrollo de la geotermia, corresponde a cada país su explotación.

3. 2. Enfoque geopolítico

La crisis energética europea, generada por el conflicto entre Rusia y Ucrania, ha puesto en evidencia la importancia de que la administración de los recursos energéticos de un país debe manejarse mediante políticas de Estado, sin contaminación de ideologías políticas. Otra consecuencia es el precio

de la energía eléctrica al consumidor ha llegado a valores impagables (El periódico de la energía, 2022), en la UE. No obstante, se ha logrado reducir este impacto en la UE, mediante la generación de energía PV y eólica. Aún más importante desde este enfoque es que sus efectos han evidenciado que la geopolítica energética ha superado a la geopolítica ideológica, la UE no ha podido levantar un bloqueo total a Rusia ya que depende de sus recursos energéticos, principalmente el gas. Sin embargo, como el conflicto armado continúa y las sanciones a Rusia se hacen cada vez más severas, se puede vislumbrar que la transición energética apunta a un incremento exponencial o desbocado hacia una electrificación no contaminante, respetuosa con el medio ambiente e inteligente. Es así que, en el actual escenario, el impulso para desarrollar las renovables en especial la PV y eólica es imprescindible, además del hecho que ambos tipos de generadoras han llegado a ser eficientes y competitivas, no obstante, su proceso de mejora continúa, producto de su comportamiento aleatorio y el constante proceso de optimización de las técnicas de generación, obliga a implementar infraestructuras complejas dependientes de tecnología de generación eléctrica, lo cual es un grave inconveniente para países en desarrollo.

El petróleo, principal recurso energético del mundo, es el más contaminante, en esto contribuye la quema de combustibles fósiles y los productos petroquímicos como los plásticos. El Ecuador produce en promedio 480.000 bp/día, tiene reservas comprobadas de 8.273 millones de bp (Datosmacro, 2021), esta se prevé se consumirían hasta el 2030, corroborando el estimado de existencias de petróleo a nivel mundial de un techo máximo de 50 años. Por lo que, al haber carencia del producto, este incrementará su valor.

3. 3. Energía como indicador de desarrollo

Un indicador efectivo y bien conocido de bienestar y desarrollo de una sociedad es la tasa de consumo de energía, la calidad de vida de una sociedad es directamente proporcional a la cantidad de energía que consume, si hay una afectación negativa en esta ecuación implica la existencia de serios problemas que, generalmente desembocan en violencia social, degeneración de la sociedad, pobreza, hambre, enfermedades y finalmente la destrucción del Estado. En función de este escenario, es necesario pensar en una administración de recursos energéticos que observe estos argumentos y explore otras variables que nos lleve a una transición energética controlada, razonada y eficiente, donde los recursos renovables sean los principales recursos primarios de generación. Paralelamente, se deben tomar las medidas pertinentes que permitan desde aristas complementarias como: el educativo, empresarial, económico y otros, alcanzar el mayor grado posible de independencia tecnológica, y así poder garantizar la soberanía energética en el menor plazo posible.

3. 4. En el Ecuador

La hidroelectricidad es el recurso energético predominante en el país, no obstante, la flexibilidad energética depende de la autonomía política que permita impulsar e implementar otros tipos de generadores, y que pueden ser administrados por entidades públicas, privadas o mixtas. Estas configuraciones de administración, individual o combinadas facilitarán la implementación de una red de generadores distribuidos controlados jerárquicamente, partiendo desde niveles operativos hasta lo estratégico, la Figura 4 muestra un esquema del control jerárquico descrito.

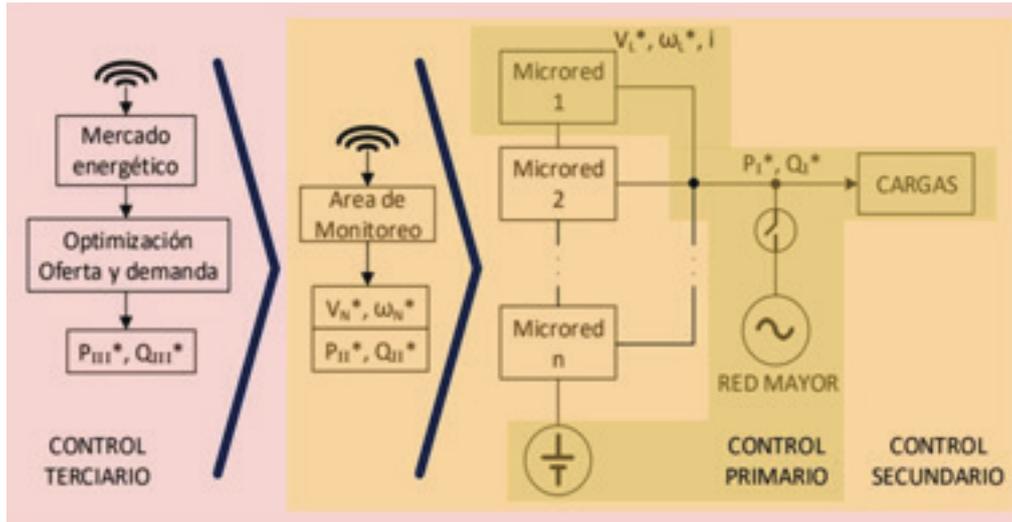


Figura 4: Esquema del control jerárquico de una red de generación eléctrica inteligente

Esta estructura ha demostrado ser muy eficiente en la gestión de generación de energía eléctrica, (El Periódico de la Energía, 8 de abril de 2022), siendo al momento la más adecuada para enfrentar crisis energéticas, mediante la regulación de precios, administración de la demanda y generación en función de las condiciones de los recursos existentes y aprovechables, junto con políticas estatales consensuadas y moduladas técnicamente. La mencionada estructura, brevemente descrita, toma el nombre de “SmartGrids”. Conceptualmente son redes de generación y distribución de energía eléctrica inteligente, es decir, que se genera energía eléctrica en función de: los recursos energéticos primarios existentes en el sector y de la capacidad individual de generación en tiempo real de cada generador. La distribución de la energía generada recae en un proceso de análisis de la demanda, es decir, un conocimiento cabal del comportamiento de la carga a ser alimentada y su proyección de crecimiento, con estos insumos se pueden generar algoritmos que permitan distribuir eficientemente la energía, evitando cortes de energía, controlando sobrecargas y caídas de voltaje, entre otras anomalías impredecibles que podrían suceder. Estas redes deben incluir en sus procesos de análisis y estimación de generación de potencia, factores como: condiciones ambientales, geográficas, demográficas, sociológicas y otras que sean necesario ser tomadas en cuenta, con el fin de proponer y establecer políticas de Estado, las cuales son dictadas por organismos gubernamentales pertinentes, políticas que son incluidas en los algoritmos de control y que actúan sobre una estructura jerarquizada que regula la generación, distribución, consumo y almacenamiento de la energía.

3. 5. Seguridad

El garantizar la generación de energía es un elemento primordial en la seguridad de una nación, tomando las palabras del ministro de economía alemán Robert Habeck “La crisis climática está llegando a un punto crítico. Por otro lado, la invasión de Rusia muestra cuán importante es eliminar gradualmente los combustibles fósiles y promover la expansión de las energías renovables”. Con este argumento, además de subrayar la importancia de las renovables para garantizar la seguridad y soberanía energética, abre la discusión sobre el calentamiento global causado por los niveles de contaminación alcanzados por las emisiones de gases de efecto invernadero. En consecuencia, estu-

dios sociológicos muestran que existe una relación directamente proporcional entre el incremento de temperatura ambiental y el incremento de la violencia (Regaud, 2022). Los gobiernos de los países industrializados y organizaciones ambientales se han propuesto evitar el incremento de la temperatura de la tierra, la firma del Acuerdo de París (UN, 2022; UNFCCC, 2015), es el mayor esfuerzo que se han planteado los países industrializados. Sin embargo, es una tarea bastante difícil, ya que pone en conflicto la producción industrial mediante la cual sustentan sus economías, esto se contrapone al cuidado del ambiente, estos factores afectan negativamente el estilo y calidad de vida de dichas sociedades, pero igualmente afecta a toda la vida existente en el planeta.

Es evidente que, los efectos del cambio climático, la mala calidad del aire y la afectación al medio ambiente en general, son factores crecientes, y por lo tanto incrementan la necesidad de enfatizar la generación mediante renovables. La meta propuesta es evitar el incremento de temperatura del planeta en 1.5°C con relación a la temperatura de la época preindustrial, al momento se ha incrementado en 1,1°C, lo cual proyecta que al final del siglo se tendrá un incremento de 4.4°C en la temperatura del planeta (El Periódico de la Energía, 11 de mayo de 2022).

Por lo que, el cambio climático será más severo y se presentará más pronto de lo esperado, produciendo efectos catastróficos. En el Ecuador con gran probabilidad, se presentarán inundaciones y contradictoriamente también se generarán sequías, retardo en el completamiento del ciclo de agua, generando cambios del clima local y modificando actividades primordiales para la producción agrícola, como son los ciclos de siembra y cosecha. Las sequías afectarán los caudales de los ríos, poniendo en riesgo la generación hidráulica, estos efectos según estimaciones podrán ser muy severos y rápidos o tenues pero paulatinos, no obstante, no afectan a la irradiación solar ni al comportamiento de los vientos, garantizando la generación de energía mediante su aprovechamiento. La Figura 5, ilustra los posibles efectos del cambio climático en América del Sur. Con relación a la geotermia, la dinámica del movimiento de las capas tectónicas de la tierra es muy lenta, lo que permite considerarlas constantes en un lapso de tiempo bastante amplio.

Por lo tanto, estratégicamente se vislumbra la necesidad de tomar acciones razonadas y secuenciales que permitan tomar decisiones acertadas con el fin de incrementar la instalación de centrales de generación PV, eólicas y geotérmicas. Cabe notar en este contexto la existencia de otras técnicas de generación consideradas amigables con el medio ambiente, pero que su funcionamiento es independiente del cambio climático, como es la generación nuclear.

A pesar de estar fuera del tema central que trata este artículo, vale la pena mencionar que actualmente se están desarrollando minicentrales nucleares (El Español, 2022; Mitsubishi, 2022), las mismas que, en teoría, eliminan la totalidad de los riesgos que presentan este tipo de generadores de energía, dejando como tema sin resolver el desecho del combustible nuclear, a pesar de ello es considerada como energía verde, mas no, renovable (El País, 2022; UE, 2022). Otra técnica actual, es el uso del hidrogeno verde, cuyo propósito principal es el de reemplazar los combustibles fósiles en las centrales de generación térmicas, en este caso, el principal problema es, el desarrollo de electrolizadores eficientes y la construcción de los recipientes de almacenamiento del gas, cuyo problema son las pérdidas producto de la fuga del hidrogeno (Fenercom, 2007; Armaroli, 2011). Estos generadores en general poseen los requisitos necesarios para ser fácilmente incluidos en la estructura de una SmartGrids.

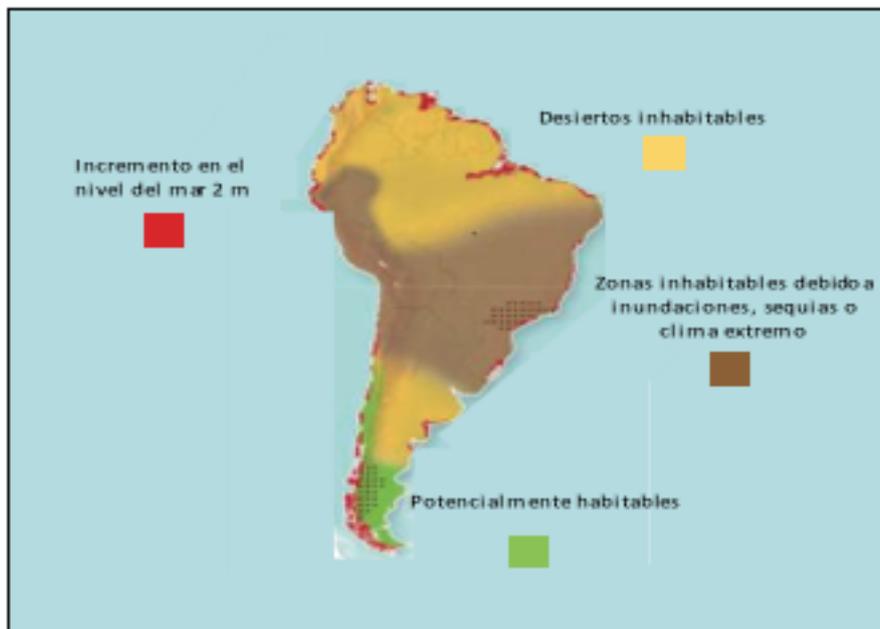


Figura 5: Efectos catastróficos como consecuencia del incremento de 4°C de temperatura por el cambio climático en América del Sur. Obtenido de Magnet.

3. 6. Propuesta

La gestión de la generación de energía mediante el uso de recursos renovables no es posible aplicarla a los recursos primarios, sino a los elementos tecnológicos que son necesarios e imprescindibles para la generación de potencia eléctrica. Si se inicia considerando la generación PV, es claro que la irradiación solar es un recurso permanente y universal, por lo que ninguna organización o país, mediante el uso de ningún mecanismo, puede ejercer control sobre ella. Entonces, el cuello de botella está en la tecnología de captación y producción de la energía, es decir, en los paneles, convertidores, entre otros. Igualmente, la generación eólica, cuyo recurso viento es producto de la irradiación solar; el problema se presenta en las técnicas de anclaje, estudios de diseño, turbinas, convertidores, entre otros. Este argumento difiere ligeramente en el aprovechamiento de la geotérmica, básicamente por el proceso de prospección del recurso.

Por lo tanto, la estrategia no es el control del recurso energético primario, sino implementar políticas de Estado, con el fin de lograr ser lo suficientemente capaces de alcanzar un cierto grado de soberanía tecnológica que permita dejar de depender de fabricantes de medios tecnológicos, con los cuales poder generar la energía eléctrica necesaria para garantizar el desarrollo del país a largo plazo. En otras palabras, el esfuerzo principal debe estar orientado a dar facilidades para que en el país se instalen fábricas de paneles solares, turbinas eólicas, turbinas de vapor, así como también, industrias electrónicas que produzcan semiconductores, sistemas de control y de telecomunicaciones, entre otros. También es adecuado emular el desarrollo industrial y tecnológico de los países del Asia, donde hace 70 años tenían una calidad de vida, igual o menor al que tiene Latino América en la actualidad, los mencionados países son creadores de tecnología de punta, lo que se traduce en independencia tecnológica, incluyendo desarrollo cultural, económico, educacional, adecuada salubridad, en resumen, países exitosos y con futuro.

Desde 2010 la generación PV ha reducido sus costos en un 85%, la eólica en alrededor del 50%, todo indica que para el año 2023, estos números podrían variar al alza, por efectos del conflicto Rusia y Ucrania. No obstante, las dos generaciones mencionadas han alcanzado la suficiente madurez técnica para mantenerse en competencia con otros tipos de generación. En lo que respecta a los generadores geotérmicos de alta entalpia, su evolución apunta a que seguirá la misma ruta que las anteriores, por lo tanto, exige grandes capitales de inversión para la prospección, instalación de la infraestructura de generación, control, distribución y administración, paulatinamente va reduciendo su costo hasta amortizarlo y mantener un valor bajo constante en el costo de la energía producida, hecho que representa una ventaja competitiva en relación a las demás renovables. Otra importante ventaja es que la relación temperatura–profundidad de la tierra es considerada lineal, es decir, que a medida que se incrementa la profundidad se incrementa la temperatura, por lo tanto, a profundidad constante, temperatura constante. Esto facilita determinar cuánta energía es posible producir, adicionalmente es escalable y, por lo tanto, permite dimensionar el tamaño de la central y su crecimiento sostenido en función de la demanda. Un inconveniente es que por lo general los yacimientos geotérmicos de alta entalpia, están alejados de los centros poblados, esto incrementa el costo en el rubro de transmisión de energía.

La incansable búsqueda del hombre por mejorar su calidad de vida, minimizar peligros, entender lo desconocido y controlar la naturaleza, ha logrado que se desarrollen sistemas eficientes que facilitan conocer y aprovechar la gran mayoría de los recursos naturales. La geología permite determinar cómo aprovechar el potencial de los recursos naturales para generar energía. Históricamente, las sociedades han luchado por el dominio de esos recursos, por lo tanto, existe una relación directa entre la geopolítica y la geología, siendo el denominador común la producción de energía, sin esta las sociedades no se desarrollan. Existen varios ejemplos sobre estos conflictos, la guerra del Golfo Pérsico, que ha dejado varias secuelas muy difíciles de solucionar. Actualmente la invasión de Rusia a Ucrania, la cual al parecer es una lucha por dominio geopolítico; sin embargo, su efecto es evidentemente energético, produciendo una crisis de generación de energía en la UE. Este conflicto demuestra que el mundo está sufriendo una nueva transición energética, que implica cambios en la geopolítica global. Las potencias del mundo se están reordenando y todo indica que China será la nueva potencia hegemónica, dejando a los países de occidente en lugares secundarios, generando un nuevo orden mundial, este fenómeno produce en todo el mundo incertidumbres sociales, económicas y de seguridad, creando efectos desestabilizadores en el comportamiento del mecanismo global.

Se mencionó antes que la geopolítica ideológica ha perdido peso frente a la geopolítica energética, lo que corrobora el hecho de que los conflictos son producto de la necesidad de supervivencia de las naciones. Se debe entender esto como la no interrupción del progreso del país, esto implica que es necesario tener los recursos energéticos primarios suficientes para garantizar la soberanía territorial, alimentaria, energética, mantenimiento de la salubridad y educación, mejorando la economía y el desarrollo tecnológico, es decir, cuidar y proteger todos los aspectos importantes que debe conseguir y mantener una sociedad en la actualidad, con el fin de garantizar su continuo progreso. Igualmente, se afirma que la transición energética debe ser paulatina, pero no lenta, observando las capacidades y recursos de cada nación, debe ser sostenible económicamente, y tomar en cuenta otros gastos sociales, permitiendo que empresas privadas la ejecuten bajo un control razonado, justo para las partes, ambiciosa desde el punto de vista energético y supremamente respetuosa con el medio ambiente, esto hará que las localidades y regiones involucradas se conecten, interactúen, reproduzcan sus modelos energéticos y lleven a sus habitantes a lograr una mejor sociedad.

El Acuerdo de París plantea “garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos”, para cumplirlo se debe lograr primero objetivos básicos como: salud, educación, seguridad, es decir, objetivos de supervivencia, en especial para las naciones en desarrollo, los cuales se complementan y son reflejo de la capacidad de generar energía eficiente, barata y limpia (Moreno, 2007). De lo citado, si el Ecuador, en la ventajosa situación descrita en relación con sus recursos renovables no actualiza el plan mediante el cual garantiza la generación de energía por medios renovables, estará corriendo el riesgo de confiar su futuro únicamente en la hidroelectricidad, esto configura un problema en caso de que las condiciones climáticas se desborden por el fenómeno del calentamiento global. Cabe enfatizar que la generación PV, eólica y geotérmica por sus características explicadas, no sufren graves alteraciones por los cambios climáticos, es decir, seguirá el sol irradiando, los vientos soplando y el calor de la tierra latente. Este riesgo pone en peligro la supervivencia de la sociedad ecuatoriana, convirtiéndose en un tema de seguridad nacional, ya que supone la existencia de una amenaza, obligando a tomar un conjunto de medidas coordinadas y extremas por parte del Estado.

Se ha acuñado el término “securitización”, nacido por el fenómeno migratorio, pero se lo está utilizando con el fin de conceptualizar la necesidad de afrontar un problema de seguridad nacional desde todas las aristas que dependen del Estado y la sociedad, con el fin de enfrentar una amenaza que pone en riesgo la supervivencia de la nación (Triviño, 2016), mediante el dictado de normas, leyes, reglamentos, creación de instituciones y fortalecimiento de las existentes. Adicionalmente, cabe mencionar la advertencia acerca de que, al momento, ya es tarde para buscar remediación para la reducción del calentamiento global, sino que se debe empezar a pensar en el ¿cómo? enfrentar las consecuencias del mismo (Luke J. Harrington, 2022), esto fortalece la securitización propuesta, ya que las políticas y demás acciones a ser implementadas deben ser locales, regionales y supranacionales, en vista de que las tareas a ser ejecutadas para resolver o enfrentar el problema, implican la participación de todo el mundo. En este contexto de seguridad, es inequívoco el impulsar el desarrollo de las centrales generadoras mediante recursos renovables como un medio de garantizar energía al país y su desarrollo.

IV. Conclusiones y Trabajo Futuro

4. 1. Conclusiones

El Ecuador tiene un potencial de generación eléctrica utilizando recursos renovables muy atractivo e importante; por lo tanto, es obligación de la sociedad ecuatoriana exigir su explotación con el fin de dar un giro verdadero y efectivo al cambio de la matriz energética.

La desmedida globalización e industrialización genera una paulatina descomposición del ambiente, llegando a un punto crítico de no retorno, lo que obliga a una cooperación efectiva de las potencias industriales, con el fin de cumplir y respetar los acuerdos de reducción y control de la emisión de gases contaminantes.

Los conflictos bélicos son un reflejo de las incomodidades de las naciones cuando ven afectados sus intereses geopolíticos, se evidencia que la geopolítica ideológica queda en segundo plano frente a la energética. Otro efecto de lo dicho se muestra en la guerra euro asiática que enfrenta a Ucrania y Rusia, pero sus efectos los sufre toda la UE, generando una crisis energética y acelerando los procesos de cambios respecto a generación eléctrica, eliminando las contaminantes e impulsando las generadoras renovables.

El Ecuador debe tomar partido y colaborar con la generación verde, garantizando que el país no sufrirá de escases de energía en el caso de que el calentamiento global se torne severo. Las políticas de generación de energía deben ser tomadas en función de: los recursos existentes, la demanda, la proyección de crecimiento; para proyectar la instalación de infraestructuras generadoras adecuadas que deben imprescindiblemente respetar el medio ambiente, ser controladas jerárquicamente, y obedecer las mencionadas políticas. Esto implica que, los generadores propuestos son adecuados y necesarios para implementar “SmartGrids”, lo que exige minimizar la dependencia tecnológica.

4. 2. Trabajos futuros

Trabajos de prospección para ubicar potenciales localidades de instalación de generadores en base a renovables, para lograr perspectivas exactas sobre la generación eléctrica.

Elaborar políticas de gestión en el campo de generación eléctrica, tomando las existentes como fase inicial para el desarrollo de los generadores renovables no hídricos, y en consecutivas fases, hacer que éstas alcancen iguales niveles de potencia de la hidroelectricidad existente, de tal manera de garantizar la potencia eléctrica necesaria y paralelamente proponer planes de crecimiento adecuados.

Considerando la seguridad tanto física como tecnológica de estas infraestructuras como vitales, por lo tanto, trabajar en propuestas de procesos de seguridad integral, mediante la formación de talento humano en disciplinas acordes a las exigencias de la seguridad y las diferentes técnicas de generación.

Referencias

- AA. Fraleoni Morgera, V. Lughì. (2015). *Frontiers of Photovoltaic Technology: A review*. Department of Engineering and Architecture, University of Trieste. Italia. IEEE.
- Armaroli, N., & Balzani, V. (2011). The hydrogen issue. *ChemSusChem*, 4, 21-36. Weinheim. Wiley
- Asociación Empresarial Eólica. (2022). *La Eólica en el Mundo*. <https://aeolica.org/sobre-la-eolica/la-eolica-en-el-mundo/>
- Jorquera, C. (abril, 2022). Gobierno de Ecuador se prepara para el ingreso de 900MW de energías renovables al sistema, con 50 MW geotérmicos planificados. Quito. Ecuador. <https://www.piensageotermia.com/gobierno-de-ecuador-seprepara-para-el-ingreso-de-900-mw-de-energias-renovables-al-sistema-con-50-mwgeotermicos-planificados/>
- Bermann, C. (abril 2007). Impasses and controversies of hydroelectricity. *Estudios Avanzados* 21 (59). Brasil. Scielo.
- CELEC. Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2016). Experto Internacional destaca Potencial Geotérmico de Ecuador. [https://www.celec.gob.ec/termopichincha/index.php/86-noticias/551-expertointernacional-destaca-potencial-geotermico-deecuador#:~:text=Con%20base%20en%20el%20estudio,%3A%203.000%20mega%20vtios%20\(MW\)](https://www.celec.gob.ec/termopichincha/index.php/86-noticias/551-expertointernacional-destaca-potencial-geotermico-deecuador#:~:text=Con%20base%20en%20el%20estudio,%3A%203.000%20mega%20vtios%20(MW))
- Comisión Europea. (febrero 2022). Taxonomía de la UE: La Comisión presenta un acto delegado complementario sobre el clima a fin de acelerar la descarbonización. Bruselas. Bélgica.

- Datosmacro. (2021). *Ecuador - Reservas de petróleo*. <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medioambiente/petroleo/reservas/ecuador>
- El Español. (abril 2022). Microrreactores nucleares que caben en camiones: la idea revolucionaria para tener energía barata. https://www.elespanol.com/omicrono/tecnologia/20220427/microrreactoresnuclear-es-caben-camiones-revolucionaria-energia-barata/666433423_0.html
- El País. (enero 2022). Comisión Europea reconoce la energía nuclear como verde al menos hasta 2045. <https://elpais.com/economia/202201-01/la-comision-europea-reconoce-la-energia-nuclear-como-verde-al-menoshasta-2045.html>
- El Periódico de la energía. (mayo de 2022). El precio de la electricidad sube un 7.84% este lunes y se mantiene aún por debajo de los 200 €/MWh. <https://elperiodicodelaenergia.com/el-precio-de-la-electricidad-subeeun-784-este-lunes-y-se-mantiene-aun-por-debajo-de-los-200-euros-mwh/>
- El Periódico de la energía. (abril 2022). España da la vuelta a la tortilla: tendrá el precio de la electricidad mucho más barato que Alemania y Francia desde ahora y para siempre. <https://elperiodicodelaenergia.com/espana-da-la-vuelta-a-la-tortilla-tendra-elprecio-de-la-electricidad-mucho-mas-barato-que-alemania-y-francia-desde-ahora-ypara-siempre/>
- El Periódico de la energía. (mayo 2022). Hay una probabilidad del 50 % de que el calentamiento global supere los 1,5°C antes de 2025. <https://elperiodicodelaenergia.com/hay-una-probabilidad-del-50-de-que-elcalentamiento-global-supere-los-15-c-antes-de-2025/>
- Fundación de la Energía. (2007). Hidrógeno y pila de combustible. <https://www.fenercom.com/publicacion/hidrogeno-y-pila-decombustible-2007/>
- General Electric. (marzo de 2018). GE presenta HALIADE-X, la turbina eólica offshore más potente del mundo. <https://www.ge.com/news/press-releases/gepresenta-haliade-x-la-turbina-e%C3%B3lica-offshore-m%C3%A1s-potente-del-mundo#:~:text=La%20plataforma%20Haliade%2DX%20de,media%20de%20la%0industria%20actual>
- G.M. Joselyn Herbert, S. Iniyar, E. Sreevalsan, S. Rajapandian. (2005). A review of wind energy technologies. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. India. Elsevier.
- Instituto Geofísico de la EPN. (2022). *Volcanes del Ecuador*. IGEPN. <https://www.igepn.edu.ec/red-de-observatorios-vulcanologicos-rovig>
- Javier Triviño Rangel. (2016). ¿De qué hablamos cuando hablamos de la “Securitización” de la migración internacional en México?: Una crítica. *Foro Internacional*. 56, (2), 253-291. México. Scielo
- José L. Balenzategui Manzanares. (2008). Fundamentos de la Conversión Fotovoltaica: *La Celula Solar*. CIEMAT.
- Luke J. Harrington, Kristie L. Ebi, David J. Frame, Friederike E. L. Otto. (2022). Integrating attribution with adaptation for unprecedented future heatwaves. *Climate Change* 172:2, New Zealand. Springer.
- Ministerio de Energía y Recursos Naturales Renovables (2021). *Balance Energético Nacional*, Cap. 2, pag. 63. Quito (MEER).

- Ministerio de Energía y Recursos Naturales Renovables. (julio de 2021). Ecuador actualiza Bloques de Energías Renovables a 500 megavatios con potencial de inversión por USD 968 millones. <https://www.recursosyenergia.gob.ec/ecuador-actualiza-el-bloque-deenergiasrenovables-a-500-megavatios-con-potencial-de-inversion-por-usd300millones/#:~:text=%E2%80%9CLa%20topograf%C3%ADa%20en%20Ecuador%20le,su%20propia%20energ%C3%ADa%20el%C3%A9ctrica%E2%80%9D%20indic%C%B3>
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2013). *Atlas Eólico del Ecuador con fines de generación Eléctrica 2013*. Quito. Ecuador.
- Mitsubishi Nuclear Power Generation. (2022). *Advanced reactors*. Japan. https://www.mhi.com/products/energy/nuclear_power_generation_list
- Naciones Unidas. (2022). *Acción por el Clima*. <https://www.un.org/es/climatechange/science/key-findings#temperature-rise>
- Regaud, N., Bastien A., Gemenne, F. (3 de marzo 2022). *La Guerra Caliente. Cuestiones estratégicas del cambio climático*. Francia. SciencesPo Les Presses.
- Salvador Moreno Régil. (2019). Monografías 153 XIX CEMFAS. Selección de trabajos fin de curso. Cap. (7) Las energías renovables en el futuro de la Seguridad Nacional. Escuela Superior de las Fuerzas Armadas. Madrid. España. Ministerio de Defensa
- United Nations Climate Change. (2015). *Acuerdo de Paris*. UNFCCC.
- Xiaoni Wu, Yu Hu, Ye Li, Jian Yang, Lei Duan. (2019). Foundations of offshore wind turbines: A review. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. China. Elsevier.