

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**ANÁLISIS DEL PASADO Y PRESENTE DE LOS ESCENARIOS  
RESPECTO AL CRECIMIENTO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES NO  
CONVENCIONALES EN EL ECUADOR**

**ITINERARIO DE ENERGÍAS**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO  
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
MECÁNICA**

**FRANKLIN FERNANDO GUERRERO CAÑAR**

**franklin.guerrero@epn.edu.ec**

**DIRECTOR: JOSÉ LUIS PALACIOS ENCALADA**

**jose.palacios@epn.edu.ec**

**DMQ, agosto 2024**



## **CERTIFICACIONES**

Yo, FRANKLIN FERNANDO GUERRERO CAÑAR declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

---

**FRANKLIN FERNANDO GUERRERO CAÑAR**

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por FRANKLIN GUERRERO, bajo mi supervisión.

---

**JOSÉ LUIS PALACIOS ENCALADA**  
**DIRECTOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

FRANKLIN GUERRERO

JOSÉ LUIS PALACIOS ENCALADA

## DEDICATORIA

A mis padres Franklin y Martha quienes me apoyaron y me enseñaron a no rendirme a pesar de las dificultades, adversidades, contratiempos a los que nos enfrentamos en la vida.

A mi hermana Nathalia por su apoyo y cariño incondicional en todos los momentos de mi vida y por estar presente en los más cruciales.

A mi tía Gladys y a mi tío Edison quienes me supieron apoyar y guiar desde mi niñez hasta mi madurez.

A mis amigos, mis compañeros por haber hecho de la universidad un segundo hogar donde encontraba toda gente que me apoye y me brinde cariño.

A mis amigos de la infancia con quienes crecí y luche con quienes soñé, a quienes siempre llevo presente, gracias por todas las locuras, ocurrencias y demás.

A las personas que me acompañaron en este proceso de crecer, aprender y mejorar, gracias por comprenderme ayudarme, aunque por circunstancias de la vida nuestros caminos ya no coinciden gracias por haber estado ella.

A mi familia, mis abuelitos, tíos, primos que han estado presente de lejos o de cerca con sus consejos han formado parte de este logro.

A mi primo Carlos donde quiera que te encuentres te agradezco el apoyo que me diste y lo que me enseñaste.

A esa persona especial que llegó sin previo aviso que con su sonrisa iluminó mi vida y su cariño me dio fuerzas para seguir cuando sentía que no podía más, esto también es para ti gracias, Te amo Emily.

## AGRADECIMIENTO

A Dios, Madrecita Virgencita del Camino, Madrecita Virgencita Auxiliadora, Don Bosco, que han sido un alivio una guía espiritual y consuelo para el alma en el largo proceso de crecer y de no ser por su guía hubiera estado perdido, les agradezco cada día que se me ha sido otorgada esta hermosa vida.

A la Escuela Politécnica Nacional, por haberme permitido formarme, crecer y lograr no solo ser un profesional, sino también un buen hombre.

A la Facultad de Ingeniería Mecánica, por brindarme grandes experiencias donde hice amigos, aprendí, crecí, lloré y avance para lograr esto.

A mi tutor José Luis Palacios Encalada por haberme brindado su guía y conocimiento a lo largo proceso, enseñándome hasta el final como se puede formar un profesional.

A mis padres Franklin y Martha les agradezco la paciencia, cariño y amor brindado a lo largo de los años, ya que sin su apoyo varios de los días de mi vida hubieran sido un completo misterio.

A mi familia conformada por una gran variedad de excelentes personas que me han guiado aconsejado y me han visto crecer desde ser un niño para convertirme en un hombre con mis virtudes y defectos gracias a mis abuelitos, tíos, primos.

A mis amigos de toda la vida, de la universidad dado que el conjunto de experiencias con ellos me ha llevado a vivir aventuras que no se pueden describir me enseñaron lo bello de vivir.

A mi novia Emily gracias por llegar a mi vida enseñarme lo bello de amar y aceptarme tal cual soy impulsándome a cada vez ser mejor, sin ti todo esto sería diferente.

A mi primo Carlos, ñaño dónde quiera que estes te agradezco las risas, las experiencias, la confianza que me diste y como me retaste a ser mejor.

Finalmente agradezco a Crisitiano Ronaldo quién ha sido un ejemplo de trabajo duro y perseverancia un modelo a seguir no solo por su grandeza sino también por su inquebrantable determinación y valentía para lograr sus objetivos. Siuuuuu.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VII
ÍNDICE DE TABLAS .....	IX
RESUMEN .....	X
ABSTRACT .....	XI
1. DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO .....	1
1.1 Objetivo general .....	2
1.2 Objetivos específicos .....	2
1.3 Alcance .....	2
1.4 Marco teórico .....	3
2. METODOLOGÍA .....	4
2.1 Matriz Energética del Ecuador 1970 .....	6
2.2 OLADE, Ministerio de Energía y Minas.....	8
2.3 Cambio Climático .....	11
2.4 Ventajas y Desventajas de las ERNC .....	15
2.5 Demanda Energética.....	17
2.6 Generación de Energía Eléctrica .....	20
2.7 Energía y Ambiente.....	22
2.8 Energías Renovables y No Renovables.....	25
2.9 Uso de ERC y ERNC en Ecuador.....	25
2.10 Tipos de Energías Renovables .....	27
2.11 Hidroenergía en Ecuador y el mundo.....	27
2.12 Tipos de Energías Renovables no Convencionales.....	29
2.12.1 Energía Solar .....	29
2.12.2 Energía Solar Fotovoltaica .....	29
2.12.3 Energía Solar Térmica.....	29
2.12.4 Energía Eólica .....	30
2.12.5 Energía del Mar.....	30
2.12.6 Energía minihidráulica .....	32

2.12.7	Energía Geotérmica .....	32
2.12.8	Hidrógeno Verde .....	33
2.12.9	Biomasa .....	33
2.13	Importancia de la Energía Renovable .....	35
2.14	Importancia de las ERNC para el Ecuador.....	36
2.15	Potencial de las Energías Renovables no Convencionales en Ecuador .....	36
2.16	Planificación Energética .....	45
2.17	Planificación Energética ERNC.....	46
2.18	Estrategias en materia de ahorro y eficiencia energética.....	49
2.19	Diversificación de la matriz energética .....	50
3.	RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	51
3.1	Resultados .....	51
3.1.1	Período 1970-1981.....	51
3.1.2	Período 2003-2014.....	53
3.1.3	Período 2020-2022.....	56
3.1.4	Demanda.....	59
3.2	Conclusiones.....	62
3.3	Recomendaciones.....	63
4.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Diagrama de Flujo de la metodología.....	5
Figura 2.2 Balance Energético del Ecuador 1970 .....	6
Figura 2.3 Evolución de la producción energética del Ecuador por décadas 1970-2009 .....	7
Figura 2.4 Evolución de la producción energética primaria 2010-2022.....	8
Figura 2.5 Evolución de la producción de energía primaria 1970-2012 .....	9
Figura 2.6 Evolución de la producción de energía primaria 2012-2022 .....	9
Figura 2.7 Comparativa de la evolución y diversificación de la matriz energética de 1970 -2022 .....	10
Figura 2.8 Estructura de la oferta de energía por fuentes 1970-2012 .....	11
Figura 2.10 Matriz mundial de energía en porcentaje perspectiva 2020-2050.....	12
Figura 2.11 Emisiones de CO2 en el año de 2022 América del Sur .....	13
Figura 2.12 Emisiones de CO2 en el año de 1970 América del Sur .....	13
Figura 2.16 Demanda energética por sector 1970 .....	17
Figura 2.17 Consumo energético por sector .....	18
Figura 2.18 Participación del consumo final por sector .....	19
Figura 2.19 Evolución de la demanda de energía eléctrica 1970 – 2022.....	20
Figura 2.20 Generación eléctrica en MW 2000-2022 .....	21
Figura 2.21 Generación eléctrica en MW 2000-2022.....	21
Figura 2.22 Evolución de los indicadores económicos-energéticos 1970-2022 sector hidrocarburífero .....	22
Figura 2.23 Consumo energético por habitante .....	23
Figura 2.24 Consumo eléctrico por habitante.....	24
Figura 2.25 Índice de renovabilidad período 2012-2022 .....	24
Figura 2.26 Potencia Efectiva Nacional período 1999-2012 .....	25
Figura 2.27 Participación de fuentes en capacidad instalada 2012-2022 .....	26
Figura 2.28 Porcentaje de participación en capacidad instalada MW 2022 .....	26
Figura 2.29 Porcentaje de generación eléctrica por fuente 2022 .....	27
Figura 2.30 Participación de la hidroenergía en el mundo .....	28
Figura 2.31 Mapa solar del Ecuador insolación global.....	38
Figura 3.1 Autonomía económica hidrocarburífera .....	52
Figura 3.2 Evolución de la producción energética 1970-1981.....	52
Figura 3.3 Oferta Energética 1970-2003.....	53
Figura 3.4 Matriz energética ecuatoriana 2014 .....	54
Figura 3.5 Estructura de generación eléctrica 2014 .....	54

Figura 3.6 Índice de autarquía hidrocarburífera .....	55
Figura 3.7 Índice de renovabilidad de la generación eléctrica.....	56
Figura 3.8 Índice de autarquía hidrocarburífera .....	56
Figura 3.9 Producción de energía primaria .....	57
Figura 3.10 Producción energética 2010-2022.....	58
Figura 3.11 Índice de renovabilidad de la generación eléctrica.....	58
Figura 3.12 Demanda energética sector transporte .....	59
Figura 3.13 Demanda energética por sector 1970-2022 .....	60
Figura 3.14 Emisiones de CO2 1970-2022 .....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Ventajas y desventajas de las energías renovables.....	16
Tabla 2.2 Hidroeléctricas en Ecuador según su capacidad.....	28
Tabla 2.3 Ventajas y desventajas energía solar.....	29
Tabla 2.4 Ventajas y desventajas energía eólica .....	30
Tabla 2.5 Ventajas y desventajas energía del mar.....	31
Tabla 2.6 Ventajas y desventajas energía minihidráulica.....	32
Tabla 2.7 Ventajas y desventajas energía geotérmica.....	33
Tabla 2.8 Ventajas y desventajas energía hidrógeno verde.....	33
Tabla 2.9 Ventajas y desventajas biomasa .....	34
Tabla 2.10 Valores de insolación global en las provincias del Ecuador .....	37
Tabla 2.11 Potencia nominal y de generación eléctrica por provincia.....	38
Tabla 2.12 Potencial eólico estimado del Ecuador MW .....	39
Tabla 2.13 Potencial eólico instalado en Ecuador.....	40
Tabla 2.14 Potencial de Biomasa del Ecuador.....	40
Tabla 2.15 Potencial de Biomasa instalado en Ecuador .....	41
Tabla 2.16 Potencial de generación a través de minihidráulicas.....	41
Tabla 2.17 Potencia instalada de minihidráulicas en Ecuador .....	44
Tabla 2.18 Potencia estimada de fuentes geotérmicas en Ecuador.....	45
Tabla 2.19 Proyectos de energía solar próximos a funcionar .....	47
Tabla 2.20 Proyectos de energía eólica próximos a funcionar.....	47
Tabla 2.21 Proyectos de energía geotérmica próximos a funcionar.....	47
Tabla 2.22 Bloques de ERNC próximos a funcionar .....	48
Tabla 2.23 Proyectos de energía minihidráulica próximos a funcionar .....	48

## RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un análisis de la historia energética del Ecuador, a lo largo del tiempo, enfocado en las energías renovables no convencionales teniendo un período determinado desde 1970-2022.

Dentro de este período se estudia las épocas energéticas del país más relevantes y que marcaron las bases de la dependencia energética ecuatoriana.

Esto mostrado en gráficas que denotan los resultados a lo largo del tiempo, estos escenarios planteados desde la oferta y demanda energética de los principales sectores.

Aquellos que determinan el ritmo del mercado energético en el país, con esto se marcó la relevancia de como el accionar de las energías renovables, para una diversificación energética logrando plantear soluciones para solventar los principales problemas energéticos del Ecuador. Como se observará en este trabajo las políticas energéticas que a lo largo de la historia han ido marcando una clara dinámica económica y energética a base de combustibles fósiles.

**PALABRAS CLAVE:** Barriles equivalentes de petróleo (BEP), Eficiencia energética, Energías renovables no convencionales (ERNC), Energías renovables (ER), Energías renovables convencionales (ERC), Energías convencionales (EC), combustibles fósiles, dependencia energética.

## **ABSTRACT**

In this work, an analysis of the energy history of Ecuador was carried out over time, focused on non-conventional renewable energies, having a specific period from 1970-2022.

Within this period, the most relevant energy periods of the country are studied and that marked the foundations of Ecuadorian energy dependence.

This is shown in graphs that denote the results over time, these scenarios raised from the energy supply and demand of the main sectors.

Those who determine the pace of the energy market in the country, this marks the relevance of the actions of renewable energies, for energy diversification, managing to propose solutions to solve the main energy problems of Ecuador. As will be observed in this work, the energy policies that throughout history have marked a clear economic and energy dynamic based on fossil fuels.

**KEYWORDS:** Barrels of oil equivalent (BOE), Energy efficiency, Non-conventional renewable energies (NCRE), Renewable energies (RE), Conventional renewable energies (CRE), Conventional energies (CE), Fossil fuels, Energy dependence.

# 1. DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

Se aproxima el fin de la era petrolera, en 1972 Ecuador se convirtió en un país exportador de petróleo, convirtiéndose en la actividad de mayor importancia en el país, impulsora y primaria, pero esta época se encuentra por terminar por lo cual es necesario encontrar nuevas fuentes de energía para satisfacer las necesidades energéticas y económicas del país (Endara, 2018).

El petróleo fue la fuente energética de mayor producción entre los años 2010-2020 en Ecuador, manteniendo un promedio de 189 millones de barriles durante este tiempo, mientras que la producción de energía a base renovable (convencionales y no convencionales) registro un crecimiento bastante grande, esto también debido al crecimiento de la generación hidroeléctrica (renovable convencional) (MEM, 2022)

Según el balance energético nacional 2020, el 9.4 % del total de energía producida en el país es de origen renovable tanto convencional como no convencional entre estas tenemos: hidroenergía, leña, productos de caña, energía eólica, fotovoltaica y biogás (MEM, 2020)

En tanto a energías renovables no convencionales tenemos una gran potencial, fotovoltaica dado que ya es una energía que tiene mayor madurez respecto a tecnología y desarrollo, según el ministerio de energía, la ubicación geográfica del país presenta altos índices de radiación que pueden ser usados para generación (CERES, 2022) (MEM, 2020).

Durante la crisis del COVID-19 el consumo de energía aumento en los diferentes sectores, pero en otros mostrando ciertas bajas, siendo la principal fuente los combustibles fósiles como la energía primaria del país, dado que este recurso es finito tanto para la vía energética como económica, también se contempla una base económica en la minería o el turismo (Endara, 2018). Es aquí donde entra la importancia de las energías renovables no convencionales como la fotovoltaica se convierte en un proyecto de interés energético relevante, que debe ser impulsado para lograr una independencia energética sostenible de este país en desarrollo que se encuentra en una problemática de consumo excesivo y dependencia de combustibles fósiles e hidroenergía.

En el balance energético nacional 2022 podemos evidenciar como la demanda de energía primaria del país sigue dominada por el petróleo, a pesar del crecimiento del 65.9% del crecimiento de las energías renovables estas no rivalizan con el uso de los combustibles fósiles (MEM, 2022). En los últimos tiempos el Ecuador se ha visto afectado por una crisis energética que directamente es un problema para la economía en donde vemos que la falta de atención tanto a energías renovables tanto convencionales como no convencionales agravan la situación dejando a la deriva el lograr una independencia energética (BBC News, 2024).

A todo este se añade la problemática del cambio climático mundial el cual a cada día se vuelve protagonista en el intento del mundo por llegar a una diversificación de las matrices energéticas que se basan en economías con combustibles fósiles, en la cumbre de Egipto 2022 la COP27 trato tiempos, variaciones económicas entre otras opciones para empezar con

este cambio donde las energías renovables no convencionales son la principal solución teniendo en cuenta que cada país alrededor del mundo tiene un alto índice de aporte de emisiones de CO2 a nivel industrial, mientras que en Latinoamérica encontramos mayor aporte de emisiones por consumo en el sector de la movilidad.

La necesidad de análisis sobre cómo usar las energías renovables convencionales y no convencionales se vuelve crucial. Con el objetivo lograr una independencia energética, formando así matriz energética más diversa que pueda enfrentarse a diferentes crisis de la mejor manera posible sin afectar en cantidad ni en calidad la industria ecuatoriana.

## **1.1 Objetivo general**

Establecer la problemática energética del Ecuador desde el pasado hasta el presente, junto con la intervención de las energías renovables no convencionales y como estas han ido cambiando el panorama energético nacional.

## **1.2 Objetivos específicos**

1. Encontrar información detallada sobre el panorama energético del Ecuador y como este ha ido cambiando con el pasar del tiempo, logrando establecer un análisis concreto y adecuado de la matriz energética del país.
2. Analizar la problemática energética del país y como las políticas establecidas a través de los años han ido afectando la implementación de nuevas tecnologías para la producción energética.
3. Plantear soluciones respecto a las problemáticas analizadas que tengan en cuenta la implementación de energías renovables no convencionales con el fin de cambiar la base de producción energética del país.

## **1.3 Alcance**

En el presente Proyecto de Integración Curricular se plantea el análisis de las Energías Renovables No Convencionales y el impacto que han tenido.

Tanto en su presencia y ausencia a lo largo de la historia del Ecuador, además realizando un breve análisis de como la situación energética del país ha ido cambiando. Tomando en cuenta los principales efectos de la dependencia energética en los diferentes sectores del país. Con este fin se empieza recopilando información de diferentes fuentes verificadas tanto nacionales como internacionales sobre la matriz energética del Ecuador y el uso de las energías renovables a través del tiempo hasta la actualidad.

De esta manera se recolecto los datos más relevantes los mismos que fueron la base para la solución de problemas.

Mientras tanto la definición concreta de las energías renovables no convencionales y convencionales será de vital importancia para una correcta clasificación de estas.

Con este objetivo se identificó las actividades principales en la matriz energética basadas en las energías renovables no convencionales.

Considerando los objetivos planteados en la matriz energética, dando una guía más precisa sobre la vía que toman las políticas energéticas en Ecuador respecto a la implementación de este tipo de energías tanto en el pasado como en la actualidad.

Como consecuencia esto permite realizar un análisis comparativo entre políticas nacionales del pasado y presente, escogiendo lo mejor en materia de desarrollo energético.

Logrando determinar si la implementación de las energías renovables no convencionales en los diferentes sectores energéticos del país que pueden cambiar de manera significativa la estructura base de la matriz energética, que en este caso tienen una sólida base en los combustibles fósiles.

## **1.4 Marco teórico**

El Ecuador en el año 2021 tuvo una representativa inyección de gas de natural para el apoyo en generación según el balance energético nacional subió en 1.1% entre 2020 y 2021, respecto a gas natural asociado, representado un resultado de dependencia energética. Reducir el porcentaje de combustibles fósiles es el principal objetivo del uso de las energías renovables no convencionales, como se evidencia en el balance energético nacional 2020 durante la crisis del COVID-19 durante el cese de actividades industriales y de transporte.

Se presentó un crecimiento de las energías renovables no convencionales representando en ese año el 9.4% de la energía producida.

Uno de los objetivos de las políticas energéticas según el ministerio de energías es impulsar el desarrollo de estas energías a través del plan maestro de electricidad siendo este uno de los primeros aplicables para reducir el uso de combustibles fósiles en este sector energético. Según el plan del ministerio afectará directamente a un cambio de la matriz energética del país.

El Ecuador presenta una clara demanda energética de combustibles fósiles y electricidad como energías primarias. En la actualidad con la presente crisis energética la relevancia de diversificación de la matriz energética ecuatoriana es una realidad. Presentando aquí un análisis donde se puede encontrar las diferentes variaciones de la matriz energética hasta la actualidad.

Esto nos llevará a conocer el impacto que han tenido las energías renovables no convencionales o la ausencia de estas tanto a nivel tecnológico, económico entre otros.

Este trabajo tiene como objetivo principal analizar el uso de las energías renovables no convencionales a través de la historia del Ecuador y su desarrollo, en como estas pueden una fuente de energía potencial para satisfacer las necesidades energéticas del país, dando así un paso importante en el proceso de cambio de los combustibles fósiles.

## **2. METODOLOGÍA**

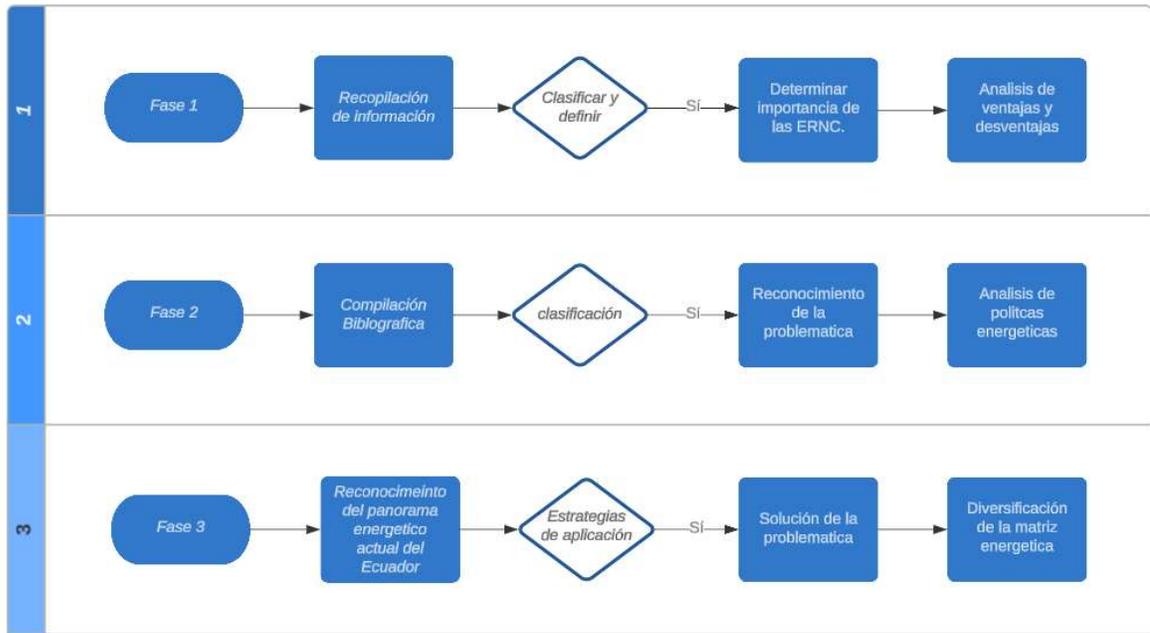
En la primera fase recopilar información de diferentes fuentes verificadas tanto nacionales como internacionales sobre la matriz energética del Ecuador y el uso de las energías renovables en el tiempo pasado hasta la actualidad. Recoger los datos más importantes para la base de las soluciones a problemas de esta manera determinar los diferentes tipos de energías no convencionales existentes. Definir las energías renovables no convencionales y convencionales para clasificarlas de manera correcta, enlistar la variedad de energías renovables no convencionales existentes en el Ecuador e identificar la actividad de estas en la matriz energética ecuatoriana. Tal que se pueda respaldar la importancia que tienen este tipo de energías en el camino de formar una independencia energética con análisis de ventajas y desventajas.

En la segunda fase se realiza una compilación bibliográfica del cambio junto con el potencial que han ido tomando las energías renovables no convencionales (ERNC) desde el pasado hasta la actualidad.

Determinando las políticas energéticas del Ecuador y la problemática actual existente, buscar información sobre las políticas energéticas provenientes del ministerio de energías y minas desde el pasado hasta el presente gobierno.

En la etapa final analizar las políticas energéticas nacionales y compararlas respecto a políticas internacionales de países que tienen mayor desarrollo en materia de ERNC. Analizando los campos donde se aplican como campos industriales, residenciales entre otros, logrando así lograr analizar el crecimiento de las ERNC en la matriz energética ecuatoriana y como estas con el paso del tiempo han ido diversificando dicha matriz y determinar cómo la implementación de las ERNC en sectores estratégicos y de importancia en el país pueden cambiar la estructura de una matriz energética que tiene una sólida base en combustibles fósiles y como en la actualidad hubieran ayudado a solventar los problema energéticos que atraviesa el país teniendo en cuenta cual hubiese sido su impacto si desde el pasado hasta la actualidad se hubiera diversificado la matriz energética ecuatoriana con mayor participación de las ERNC. Todo esto detallado como se puede observar en la Figura 2.1.

### Diagrama de Flujo del Proceso Metodológico



**Figura 2.1** Diagrama de Flujo de la metodología (Fuente propia)

Desde el año 1970 al año 2022 podemos evidenciar el claro crecimiento del Ecuador a nivel energético basándonos no solo en datos como el balance energético nacional si no en organismos internacionales dedicados a este estudio como OLADE a la cual Ecuador es un país miembro.

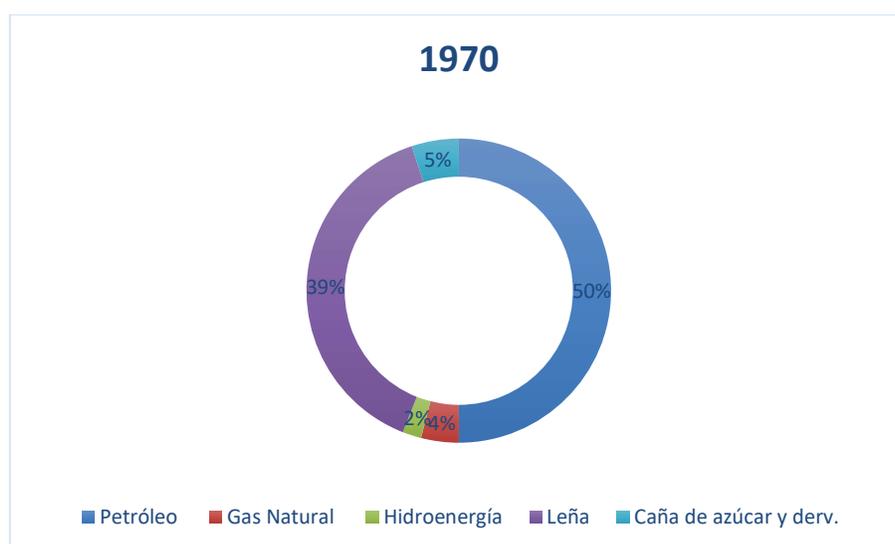
En 1970 la situación energética del Ecuador se caracterizaba por el alto consumo de petróleo y sus derivados tanto para importaciones como exportación empezando así a tener una creciente dependencia energética. En la historia del país el petróleo ha sido quien ha marcado la principal línea de economía, la cual en los últimos años se ha visto afectada por políticas internas, externas, calidad del petróleo, pandemias, entre otros.

Dejando así ver que la importancia de una diversificación en la matriz energética tiene que ser una realidad donde las políticas de los últimos gobiernos han impulsado el uso de energías renovables. Varias de estas medidas tienen que ver con incentivos fiscales para proyectos de energías renovables junto con implementación de programas de eficiencia energética. El Ecuador cuenta con una capacidad instalada de 8734 MW, donde 58.5% de esta pertenecen a fuentes hidroeléctricas, 39.2% combustibles fósiles y 2.3% de otras energías renovables (MEM,2022).

Debido a la actual situación climática del planeta, donde el Ecuador también se ha visto afectado se ha presentado falta de precipitaciones en los últimos tiempos lo que nos ha llevado a una inminente crisis energética, dificultando el abastecimiento óptimo de energía para el país (BBC News, 2024).

## 2.1 Matriz Energética del Ecuador 1970

De acuerdo con los registros del balance energético del Ecuador en la OLADE para el año 1970 los cuales son los registros más precisos de la matriz energética en esos años, tenemos que existió una producción total de 18 millones de BEP, la cual representa 91% de la energía primaria producida de la cual un 47% provenía de la leña y el otro 44% del petróleo. Como se puede observar en la Figura 2.2 la matriz energética ecuatoriana dominada principalmente por el petróleo.

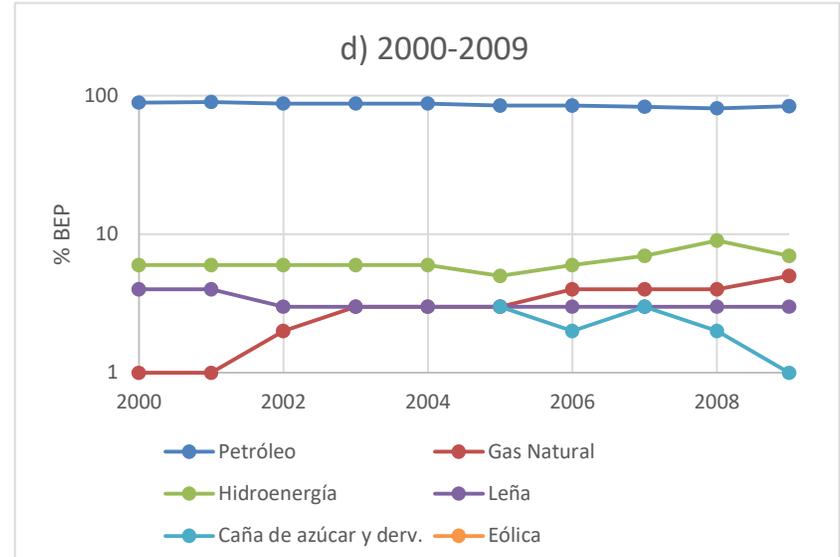
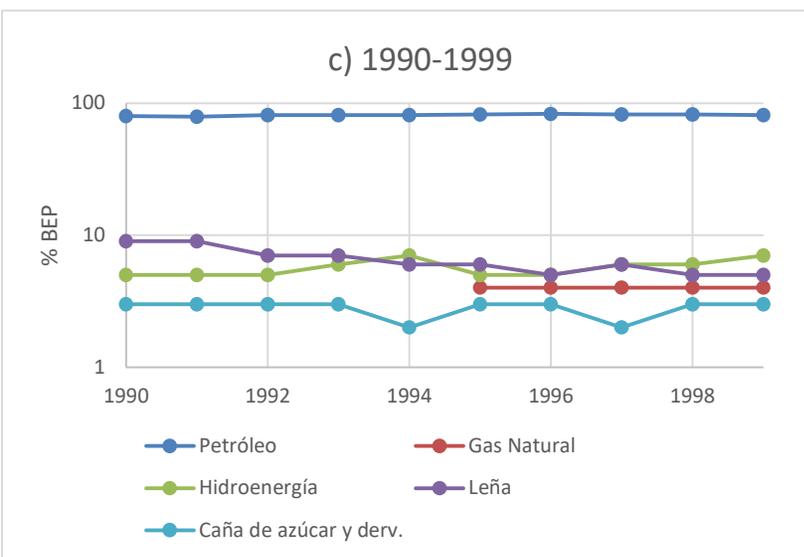
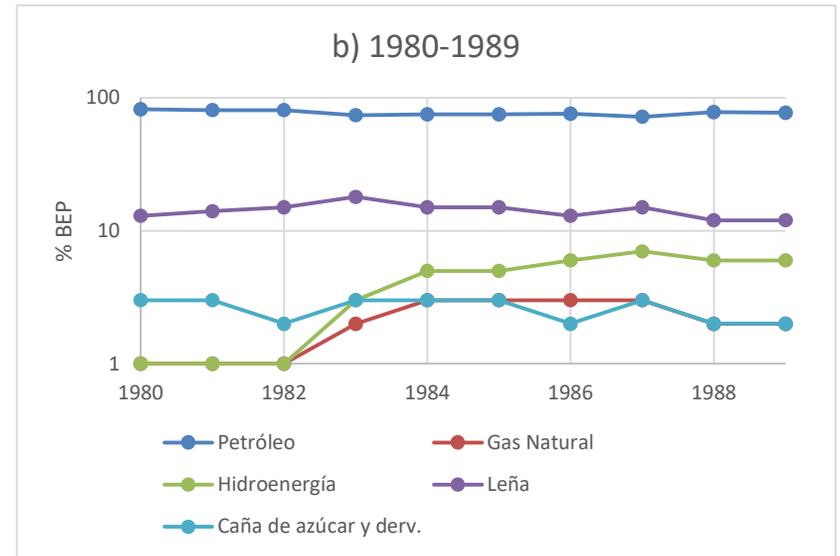
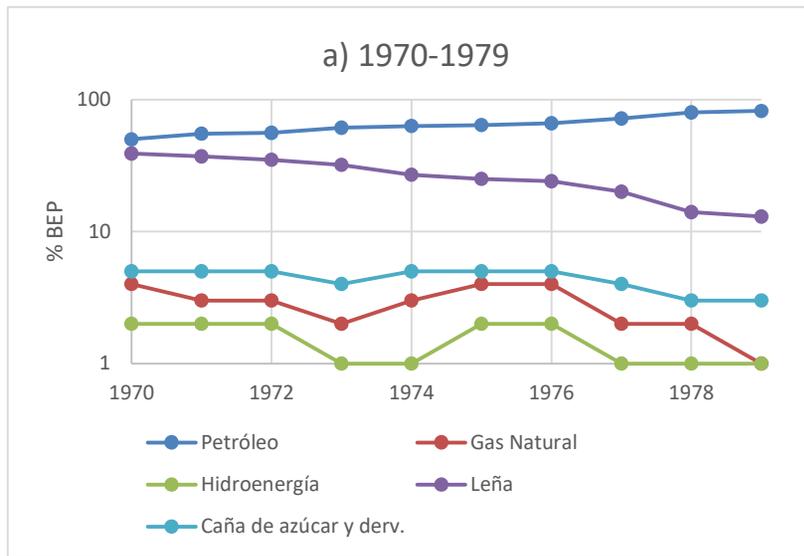


**Figura 2.2** Balance Energético del Ecuador 1970 (OLADE, 2024)

Tomando en cuenta en un análisis histórico energético del Ecuador en periodos de 10 años, desde los años 70 el petróleo ha sido el que aporta la mayor parte de energía primaria del país y casi a ritmo constante no ha logrado diversificarse, esto se debe al auge económico e industrial al cual se ve ligado la producción de petróleo en el país.

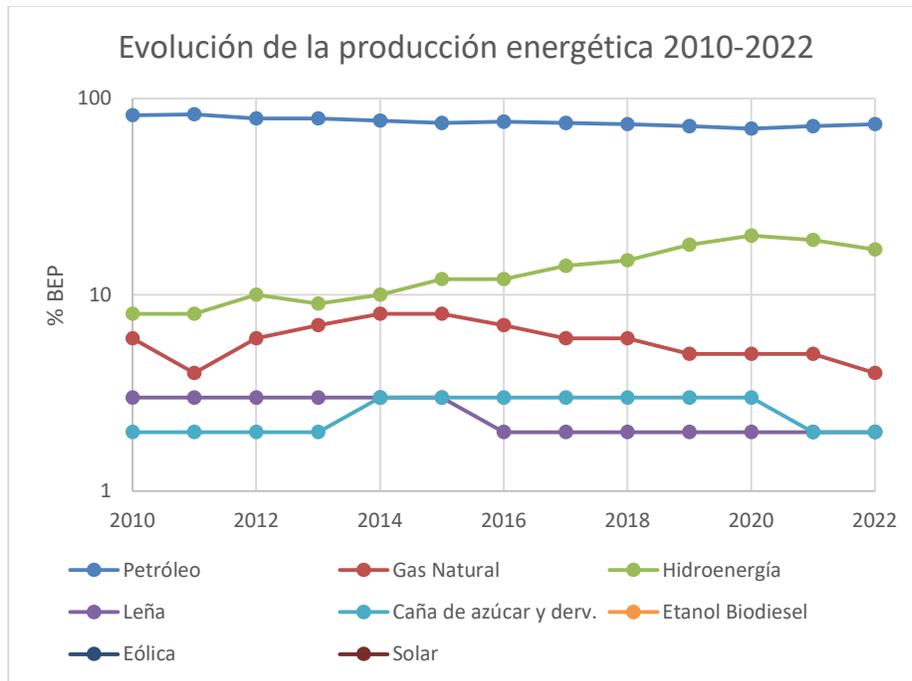
Internacionalmente debido a la importancia que el petróleo tiene en el mercado ha creado un difícil camino en la creación de economías descarbonizadas. Principalmente en países en vías de desarrollo como Ecuador. Observando en los períodos de análisis la creciente participación de otros tipos de energías como en este caso el aprovechamiento del potencial hídrico del país.

A pesar de ser una energía renovable al ser de las más comunes y desarrolladas en cierto porcentaje ha evitado la diversificación de la matriz energética del país retrasando el crecimiento de otro tipo de energías renovables que también podían contribuir a la generación de energía (OLADE, 2024). Como se puede observar en la Figura 2.3 la evolución de la producción energética por décadas hasta el 2009.



**Figura 2.3** Evolución de la producción energética del Ecuador por décadas 1970-2009 (OLADE,2024)

Como se observa en la Figura 2.3 y 2.4 la evolución de la producción energética en las diferentes décadas fue marcada por la creciente producción del petróleo y marcando poco a poco la participación de las ERC, ERNC.



**Figura 2.4** Evolución de la producción energética primaria 2010-2022 (OLADE,2024)

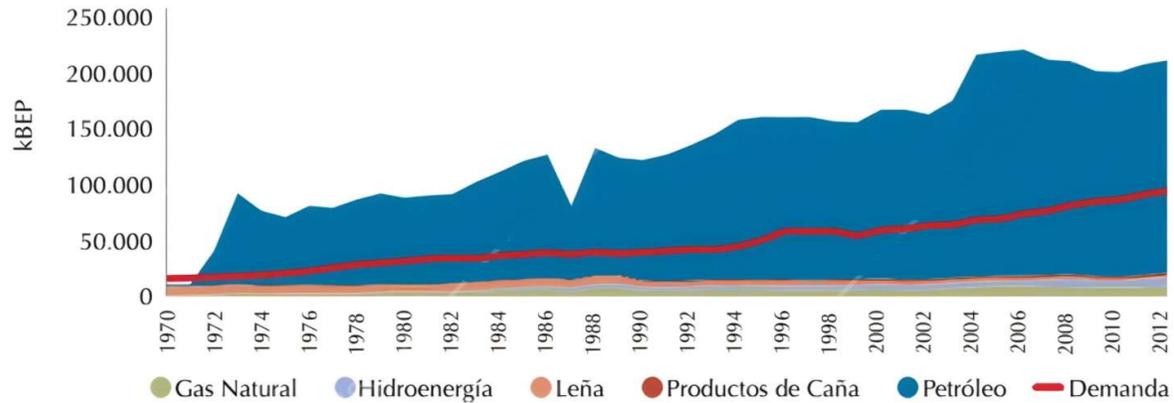
Según datos de la OLADE entre los años de 1970 a 2022 el Ecuador alcanzó un promedio de 72 millones de BEP, generando un pico de consumo en el año 2014 con una producción de 203 millones de BEP. Teniendo como su principal fuente de energía al petróleo y sus derivados, también encontramos un porcentaje de crecimiento en energías renovables convencionales junto con una aparición a partir del año 2000 de energías renovables no convencionales tales como eólica, biodiesel, solar entre otras.

Es importante puntualizar como a lo largo de los años la energía renovable que presentó constancia y crecimiento es la hidroenergía debido a la gran capacidad hídrica del país. A esto podemos añadir que la leña como se observa en 1970 estaba a la par en producción de energía primaria, a pesar de su clara reducción con el paso de los años ha prevalecido, su notable disminución nos hace notar el avance tecnológico en el país.

## 2.2 OLADE, Ministerio de Energía y Minas

La base de la OLADE respecto al consumo energético del Ecuador data desde el año 1970 mientras que las políticas energéticas en el país han sido recientemente regularizadas los datos energéticos del Ecuador se han hecho accesibles desde los últimos años gracias al acceso que las personas tienen a la tecnologías de la información con lo cual realizar una comparativa entre los datos de estas organizaciones para contrastar la evolución y

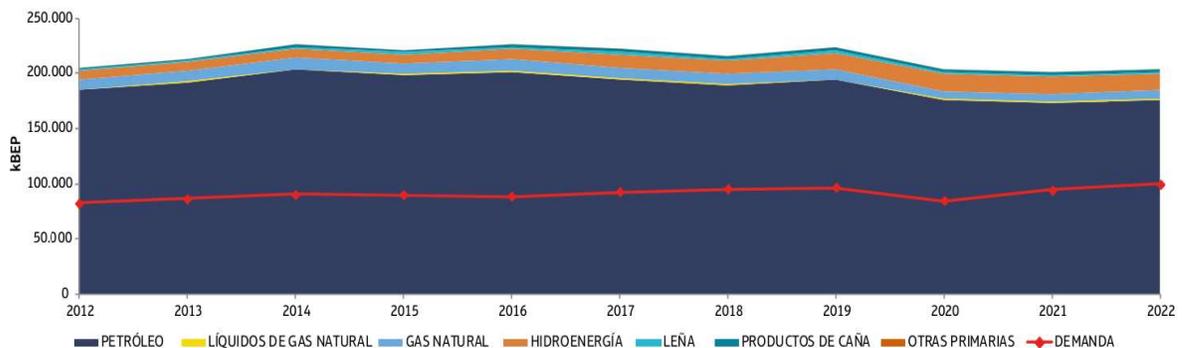
diversificación de la matriz energética del país se vuelve crítico para tener una perspectiva más completa de la problemática junto con el camino a llegar a tener una independencia energética. En el balance energético 2012 podemos encontrar información recopilada desde 1970 donde es notable ver a Ecuador como un participante activo en exportaciones de petróleo y como su principal fuente de energía como se puede observar en la Figura 2.5.



**Figura 2.5** Evolución de la producción de energía primaria 1970-2012 (MEM,2013)

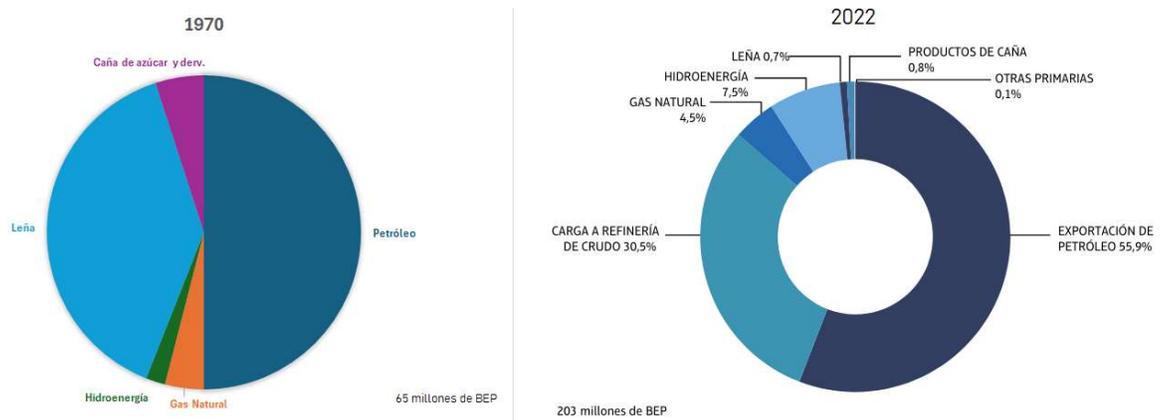
Como se revisó anteriormente en los datos proporcionados de OLADE ambos concuerdan en la participación creciente del petróleo como principal fuente de energía del Ecuador. En contraste a los datos proporcionados por OLADE el ministerio de energía y minas proporciona un dato de demanda y como en los 40 años de la gráfica encontramos un crecimiento de esta debido al avance tecnológico junto con la industria ecuatoriana.

En la última actualización del balance energético nacional 2022 en la década de 2012 a 2022 podemos observar como la demanda aumento respecto al 2021 el petróleo aumento 1.7%, por su parte la producción de hidroenergía disminuyó 3.7% especialmente por el estiaje ocurrido a finales del 2022 (MEM, 2022). Debido al cambio climático hoy en día Ecuador pasa por una crisis energética presentando estiajes, falta de lluvia entre otros problemas climáticos, que como vemos en el último balance energético ya se hacía presente,



**Figura 2.6** Evolución de la producción de energía primaria 2012-2022 (MEM, 2022)

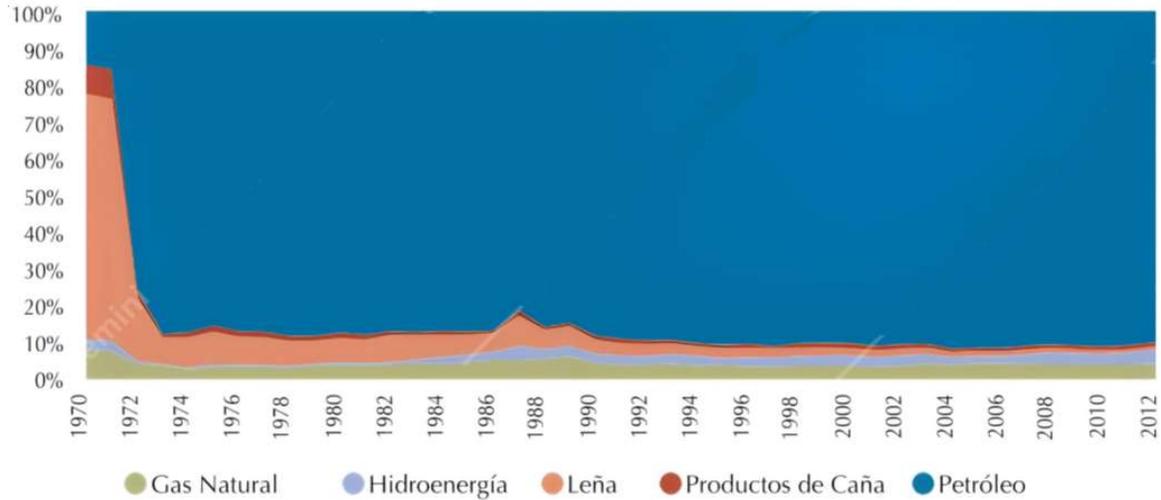
La demanda de energía primaria ha ido en crecimiento por factores industriales, demográficos entre otros donde a pesar de todo esto no hemos encontrado una diversificación de la matriz energética como se observa en la siguiente Figura 2.6 donde vemos las diferentes variaciones desde 1970 hasta 2022. En esta comparativa se describe de manera prioritaria como el país va dependiendo más del petróleo y las ERNC no son una prioridad en el avance energético dado que el porcentaje es mínimo, donde el porcentaje rodea del 0 al 0.1% entre todas las ERNC que han ido apareciendo.



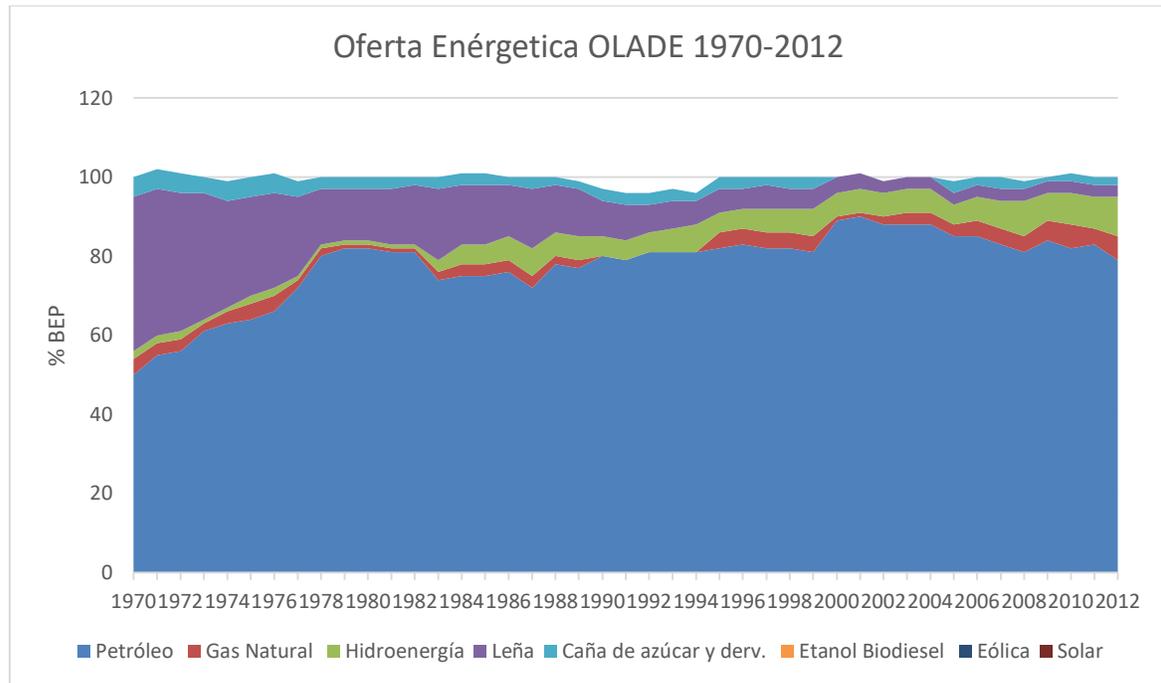
**Figura 2.7** Comparativa de la evolución y diversificación de la matriz energética de 1970 -2022 (MEM, 2013) (MEM, 2022)

La diversificación de la matriz energética a partir del año de 1970 a 2022 ha sido notable como podemos observar en la Figura 2.7, donde encontramos una problemática respecto a las ERNC, aunque con el paso de los años se han manifestado los porcentajes de participación aún son bajos y el avance tecnológico del país se ve reflejado junto con políticas energéticas que se van modificando para lograr el desarrollo de las ERNC.

La información recolectada por diferentes organismos nacionales e internacionales nos permiten aclarar el panorama energético del Ecuador tanto en consumo, oferta, demanda entre otros. Con esto podemos observar las diferentes estructuras de información respecto a las EC, ERC, ERNC. Como se puede observar en la siguiente Figura 2.8 y 2.9 la estructura y porcentajes varían según la organización en este caso los datos contrastados provienen del Ministerio de Energía y Minas, OLADE (Organización Latinoamericana de Energía).



**Figura 2.8** Estructura de la oferta de energía por fuentes 1970-2012 (MEM, 2013).



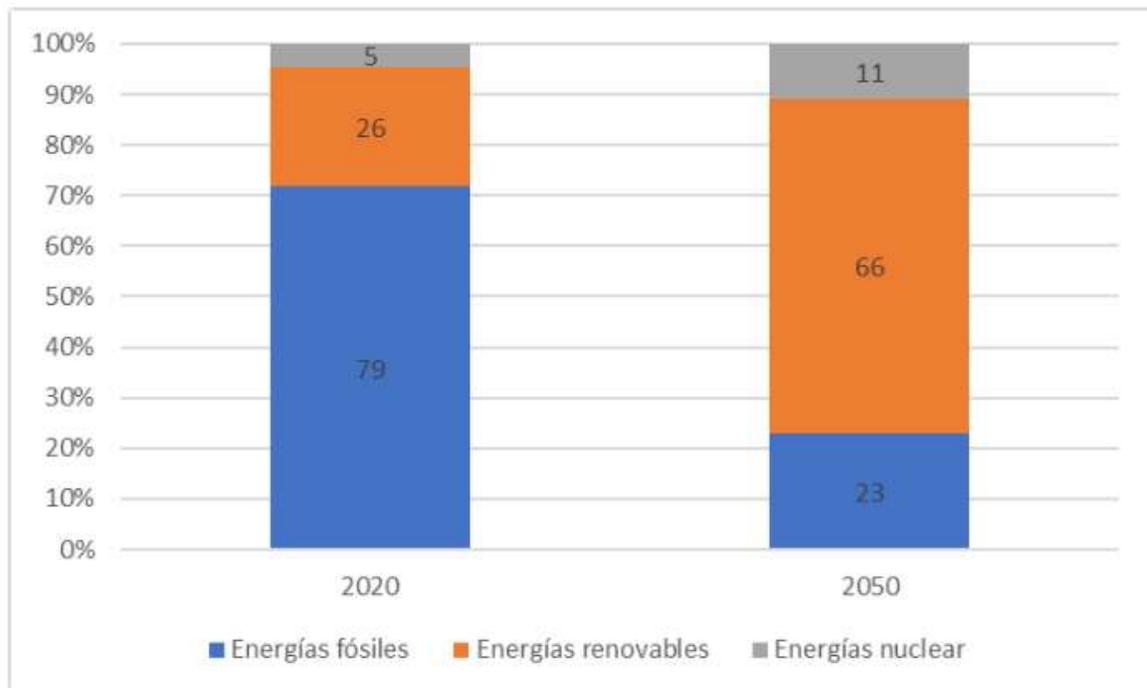
**Figura 2.9** Estructura de la Oferta de energía por fuentes 1970-2012 por OLADE (OLADE,2024)

### 2.3 Cambio Climático

El cambio climático es uno de los factores por los cuales las ERNC se convierten en una de las opciones más viables para la reducción de gases de efecto invernadero y la disminución de emisiones CO<sub>2</sub> dado que en los últimos años se han presenciado cambios nunca antes visto junto con variaciones extremas del clima a lo largo del mundo, uno de los tipos de energía que se puede o se ha visto afectada son las ERC (Energías renovables convencionales) dado que su principal exponente es la hidroenergía. La matriz energética ecuatoriana tiene como principal fuente de energía eléctrica la anterior mencionada, en el año 2024 Ecuador ha

entrado en una crisis energética debido al factor climático por estiajes presentes en los principales ríos del país (BBC News, 2024).

En la cumbre de Egipto 2022 la COP27 se discutió el rol de las energías renovables en la descarbonización, donde encontramos medidas como la reducción del consumo mundial de energía, restándole participación a los combustibles fósiles que tienen alrededor de un 79% de uso buscando reducirlo a un 23% al 2050 e incrementando toda la participación de las energías renovables del actual 26% mundial a un 66% como se observa en la Figura 2.10.

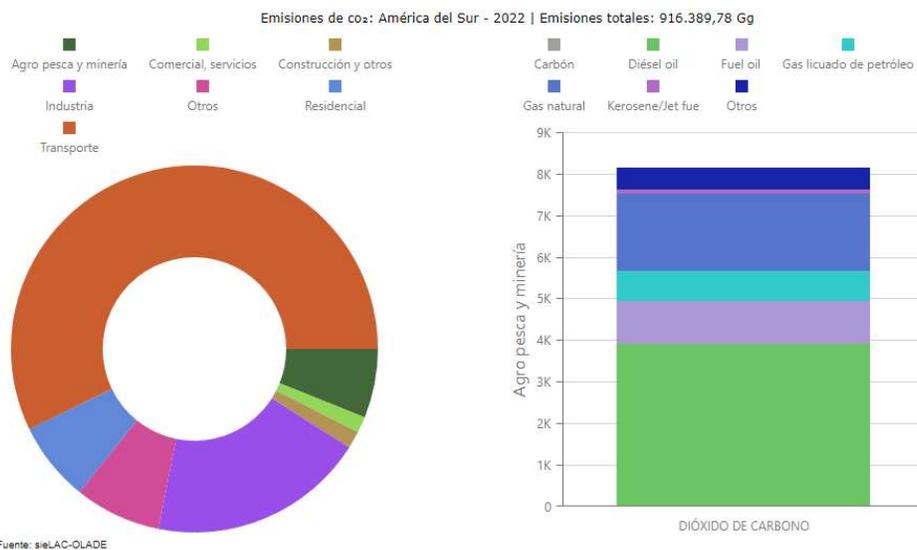


**Figura 2.10** Matriz mundial de energía en porcentaje perspectiva 2020-2050 (IEA, 2021).

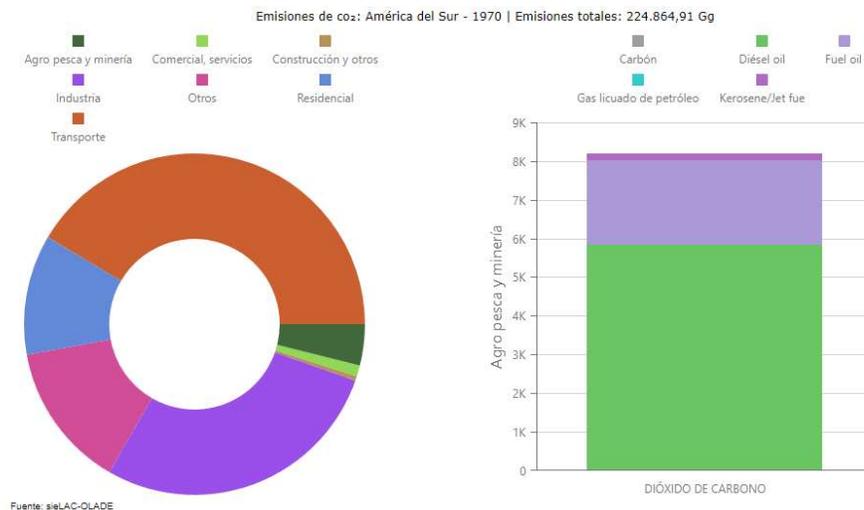
A lo largo de los años se ha ido evidenciando con más claridad el cambio climático en el mundo, este panorama se ha deformado debido al uso excesivo de energías primarias como son el petróleo y sus derivados. En el año 2015 en París se planteó como emergencia mundial el cambio climático donde encontrar soluciones en todos los niveles junto con cooperación internacional con el fin de ayudar a diferentes países del mundo en lograr alcanzar una economía con bajas emisiones de carbón.

El acuerdo estableció objetivos a largo plazo con los cuales se puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para lograr limitar el aumento de temperatura. Los elementos claves de este acuerdo consisten en limitar el aumento de temperatura hasta 1.5°C, examinar la contribución de los países a la reducción de las emisiones cada cinco años finalmente ayuda económica para las naciones más pobres proporcionando financiación climática (Acuerdo de París, 2015).

Para el año 2022 en la COP27 cumbre de Egipto se trató el tema sobre las energías renovables y sostenibilidad, tratando la implementación de estas en la diversificación de matrices energéticas de varios países alrededor del mundo. En Ecuador a partir del año 1970 se registrado un aumento de emisiones de carbono esto debido al avance tecnológico y la centralización del uso de petróleo como energía primara para diferentes áreas energéticas del país. En América del Sur las principales actividades económicas tienen diferentes diversificaciones en sus respectivas matrices energéticas a continuación en la Figura 2.11 observamos las emisiones de carbono teniendo en el año 1970 emisiones totales de 224864.91 Gg y en 2022 916389.78 Gg evidenciando un excesivo aumento. Como se puede observar en la Figura 2.11 y 2.12 el crecimiento de las emisiones de gases a lo largo del período 1970-2022 mostrando un avance tecnológico e industrial en la región.

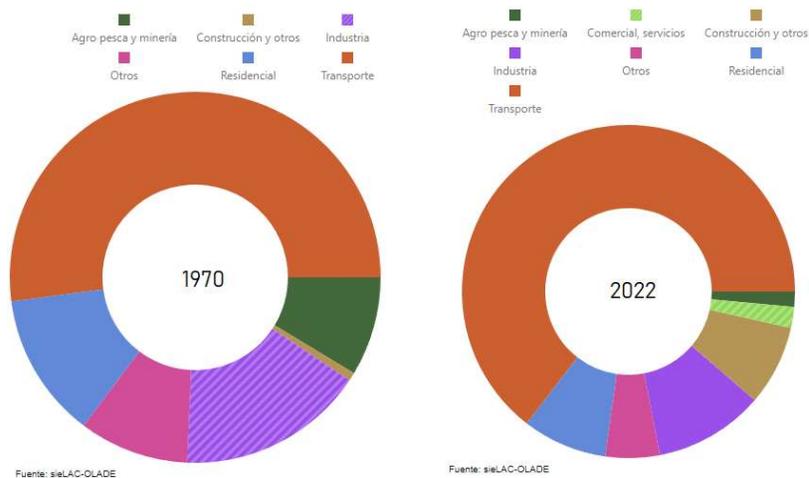


**Figura 2.11** Emisiones de CO2 en el año de 2022 América del Sur (OLADE, 2024)



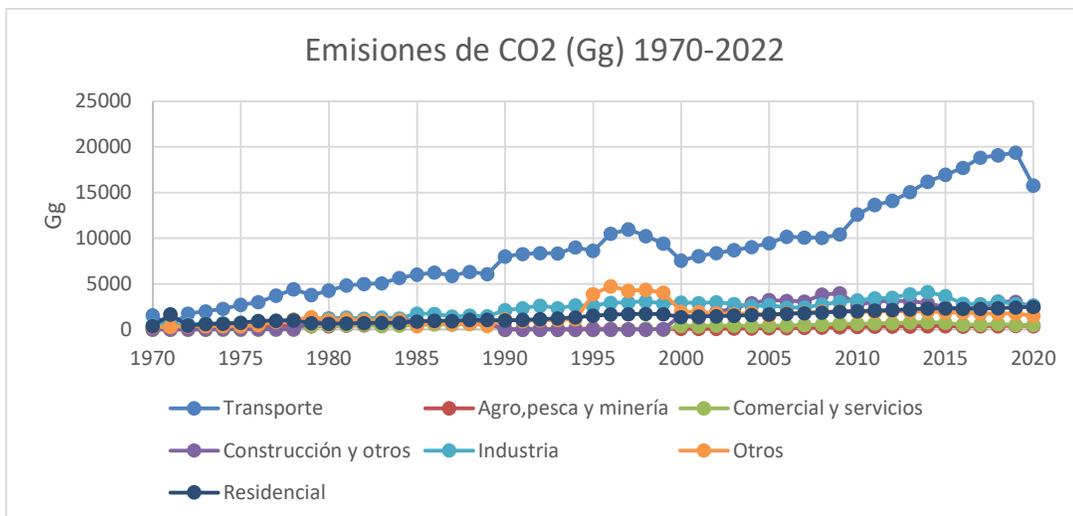
**Figura 2.12** Emisiones de CO2 en el año de 1970 América del Sur (OLADE, 2024)

Como se puede observar en la Figura 2.11 y 2.12 el crecimiento de las emisiones de gases a lo largo del período 1970-2022 mostrando un avance tecnológico e industrial en la región. Para el caso de Ecuador en 1970 tenemos que las emisiones totales rodeaban 3019.79 Gg siendo participe del 1.34% en producción de emisiones en América del Sur. Para este año el país se encontraba en auge económico lo que en años posteriores representaría un aumento en las emisiones de CO<sub>2</sub>, debido a que a partir de este año la demanda de petróleo ecuatoriano iría en aumento creando una clara tendencia como principal fuente de economía. En la Figura 2.13 se puede ver una comparación entre las emisiones de CO<sub>2</sub> del año 1970 y 2022 en donde encontramos un aumento exponencial de 3019.79Gg a 31681.76 Gg en 52 años. Demostrando el aumento que ha tenido las emisiones de CO<sub>2</sub> lo cual representa una de las principales problemáticas a nivel de uso de los combustibles fósiles como principal fuente de energía en los diferentes sectores energéticos del país.



**Figura 2.13** Comparación de emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador entre el año 1970 y 2022(OLADE, 2024)

Como se observa en la Figura 2.14 la principal fuente de contaminación es el transporte lleva a un análisis más profundo del uso prioritario que se le da a las EC y no a las ERC, ERNC.

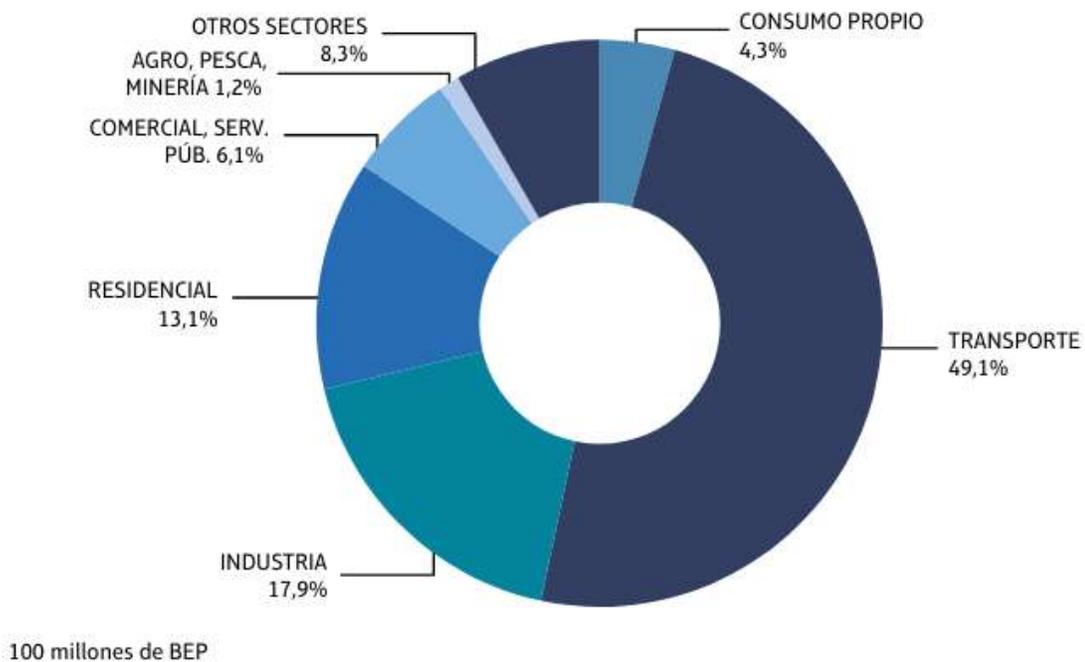


**Figura 2.14** Aumento de emisiones de CO<sub>2</sub> desde 1970 a 2022 (OLADE, 2024)

## 2.4 Ventajas y Desventajas de las ERNC

Una vez analizado el avance y diversificación de los diferentes tipos de energía en la matriz energética ecuatoriana podemos clasificar las diferentes ventajas y desventajas de todas estas teniendo en cuenta diferentes parámetros junto con la evolución de la matriz como se muestra en la Tabla 2.1. aquí vamos a encontrar las aplicaciones de estos tipos de energías según la matriz energética como apartados de transporte, industria, residencial, comercial, agro, pesca, ganadería, entre otros sectores.

Las ventajas y desventajas son diversificadas por diferentes factores entre los cuales se tiene en cuenta la madurez de la tecnología a nivel mundial y local. Considerando el impacto climático que tienen éstas por su aplicación junto con la diversidad de estas aplicaciones. Previo a dicho análisis se puede observar en la Figura 2.15 la demanda energética por sector junto con porcentajes dándonos puntos más específicos para analizar.



**Figura 2.15** Demanda Energética por Sector (MEM,2022)

**Tabla 2.1 Ventajas y desventajas de las energías renovables (Fuente Propia)**

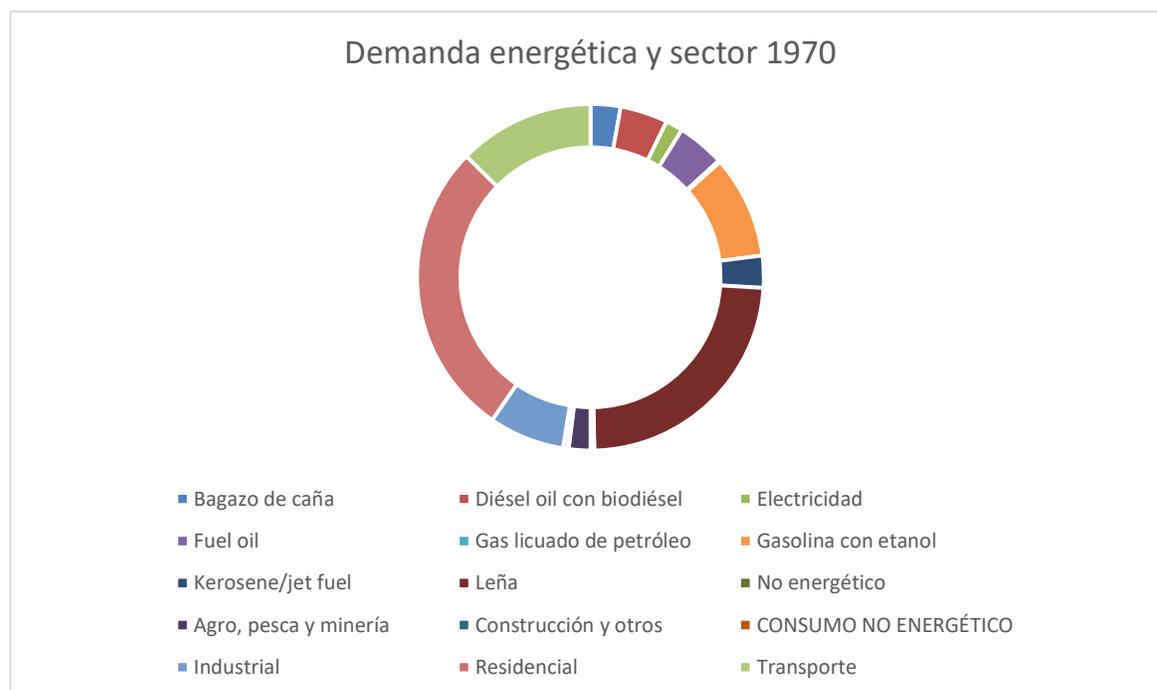
Energía	Tipo de Energía					
	EC		ERC		ERNC	
Usos de Energía	Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
<b>Transporte</b>	Tecnología más desarrollada	Emisiones altas de CO2	Tecnología más desarrollada y menos contaminante	Dependencia del cambio climático	Tecnología menos contaminantes y reducción de gases	Tecnología inmadura
<b>Industria</b>	Tecnología más desarrollada	Emisiones altas de CO2	Tecnología más diversificada y comúnmente usada	Con cambios climáticos extremos su constancia puede verse afectada	Tecnología menos contaminantes y reducción de gases	Tecnología inmadura a grandes niveles
<b>Residencial</b>	Tecnología más desarrollada	Emisiones altas de CO2	Tecnología más usada en este nivel por la generación hidroeléctrica	Con cambios climáticos extremos su constancia puede verse afectada	Tecnología más usada en ámbitos de calefacción de agua	Usos monótonos que no escalan ni propagan sus aplicaciones
<b>Comercial, Servicios</b>	Tecnología más desarrollada	Emisiones altas de CO2	Tecnología más comercial y desarrollada	Con cambios climáticos extremos su constancia puede verse afectada	-	Usos monótonos que no escalan ni propagan sus aplicaciones
<b>Agro, pesca, minería</b>	Tecnología más desarrollada	Emisiones altas de CO2	Tecnología más usada en este nivel por la generación hidroeléctrica	Con cambios climáticos extremos su constancia puede verse afectada	-	No se usa ni está presente en este tipo de industria
<b>Otros Sectores</b>	Tecnología más desarrollada	Emisiones altas de CO2	Tecnología más usada en este nivel por la generación hidroeléctrica	Con cambios climáticos extremos su constancia puede verse afectada	-	Usos monótonos que no escalan ni propagan sus aplicaciones

## 2.5 Demanda Energética

La historia del Ecuador en materia energética ha tenido un largo cambio a través del tiempo teniendo en cuenta la falta de propagación de esta que no ha sido hasta los últimos años que dicha información sobre el consumo ha sido de fácil acceso con los diferentes reportes de balance energético nacional anuales de igual manera organismos como la OLADE han sido de vital importancia para divulgación de información.

Una vez observado este panorama en el Balance energético 2013 podemos encontrar la información energética a partir de 1970 teniendo en cuenta que para dicho año el petróleo ya había tomado el papel de ser la principal fuente económica y energética del país.

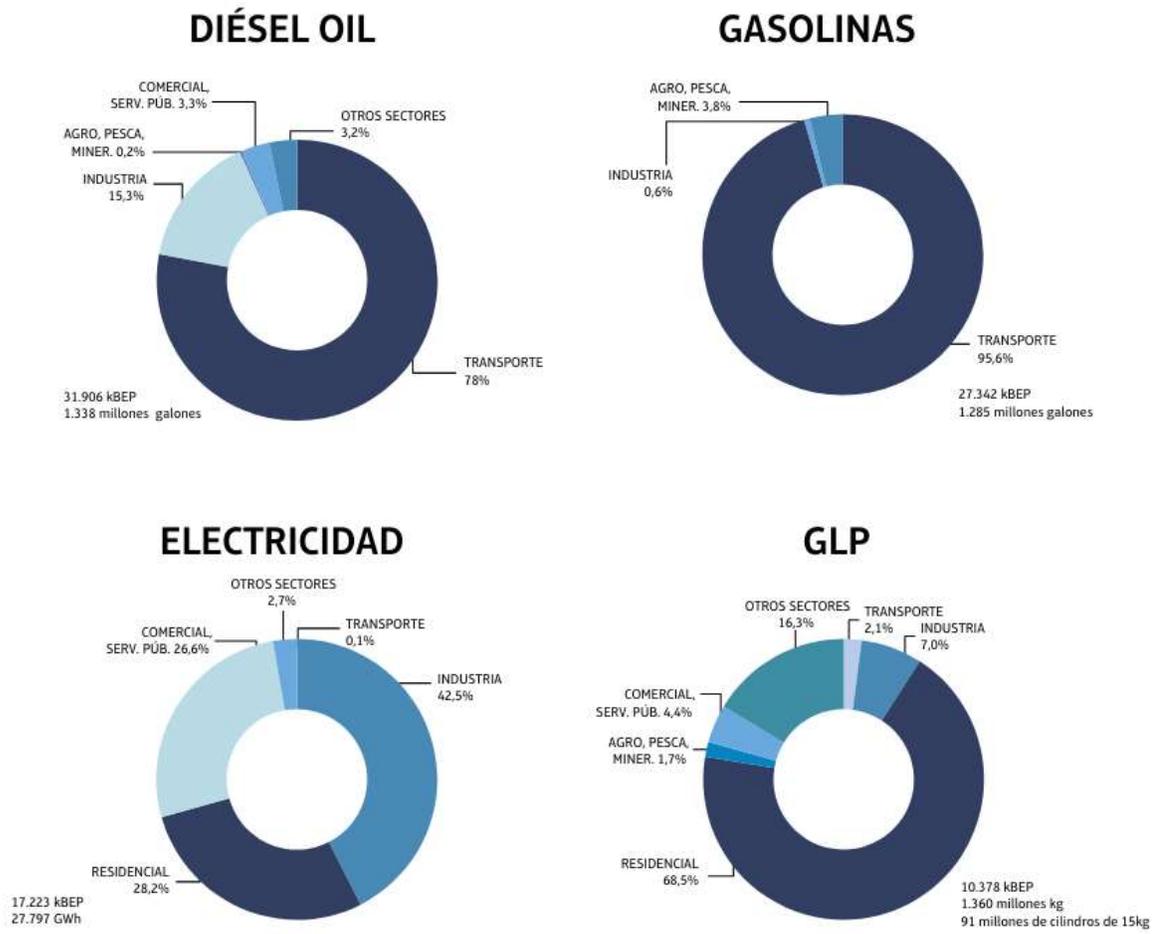
Como se observa en la Figura 2.16 para el año 1970 la demanda energética y sectores de consumo se basan principalmente en el petróleo para esa etapa tecnológica del país alcanzando un consumo final de 15.2 millones de BEP. Con el avance de los años se presentaría una monopolización del mercado energético a pesar de que el bagazo de caña se ha mantenido como una constante y siendo pionera en ser ERNC. Para el período 2012 a 2022 la producción de bagazo de caña presentó un aumento del 4.6 % mientras que en el año 2022 presento una caída del 19% respecto a 2021 (MEM, 2022).



**Figura 2.16** Demanda energética por sector 1970 (OLADE,2024)

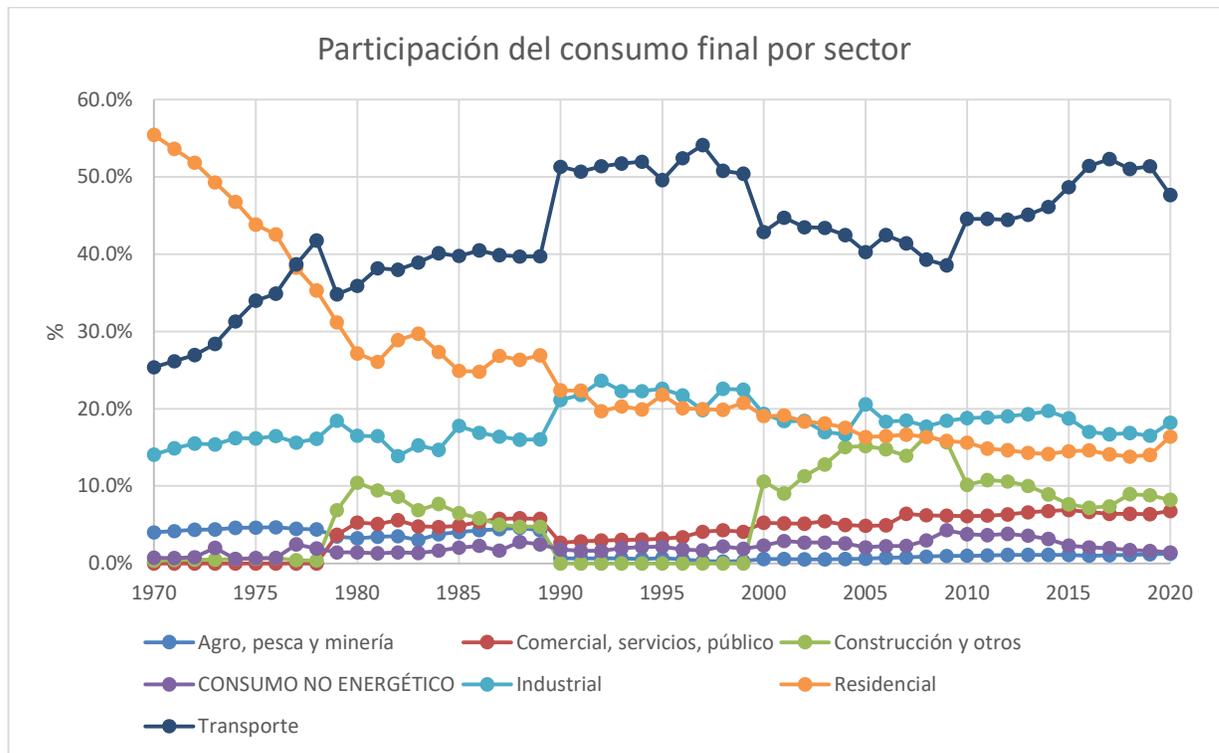
Previo a 2012 en el año 1970 la participación de la caña de azúcar y sus derivados como el mencionado bagazo de caña ha mantenido un ritmo constante de consumo debido a que dicho producto forma parte de los más producidos en Ecuador. Siendo el diésel el energético más solicitado desde 1970 podemos decir que empezó a marcar la tendencia del uso de este aportando en los años posteriores al sector del transporte el cual en la actualidad es un problema de consumo energético junto con excesivas emisiones de CO2 como se mostró en la Figura 2.17. En el año 2022 el consumo energético por sector se dividió en cuatro grandes grupos donde el 98% de la energía consumida proviene del petróleo y sus derivados mientras que el sector electricidad mayormente presenta un consumo industrial esta producido tanto por derivados de petróleo e hidroenergía.

A continuación, se presenta el consumo energético por sector y por fuente donde para el año 2022 a gran escala las ERNC no tienen una participación prioritaria, con lo cual se induce que desde años previos no se las tomo con la importancia pertinente.



**Figura 2.17** Consumo energético por sector (MEM,2022)

Como se observa en la Figura 2.18 se tiene el tipo de energía y que sector lo usa siendo el transporte el común en todas estas en diferentes porcentajes de tal manera, siendo el sector con mayor participación. En la Figura 2.20 se puede observar el porcentaje de participación por sector desde 1970 a 2022 teniendo en cuenta que detrás de cada uno se encuentran a la par el aumento del uso de energías primarias, principalmente con el paso de los años como el sector transporte acapara la mayoría de este crecimiento lo que puede marcar una tendencia a años posteriores como ya lo hizo en años pasados. Las ERNC son una de las soluciones planteadas para lograr acabar con este tipo de tendencia dado que su implementación el consumo excesivo de combustibles fósiles disminuiría sin perder de vista la problemática política, social y económica en las que se verían envueltas al intentar este cambio, en el caso del sector residencial tenemos la participación principal de ERC en este caso la hidroenergía que en Ecuador cuenta con un gran potencial va dirigida a este sector que respecto a los combustibles fósiles ha ido bajando su consumo por el crecimiento tecnológico del país, dado que antes existía una variedad de tipos de generación eléctrica entre las cuales se encontraban las termoeléctricas que tenían como combustible principal el bunker. En los sectores restantes encontramos tendencias parecidas de porcentaje de participación junto con la demanda, pero de igual manera encontrando dominio de otros sectores en consumo principalmente de petróleo y sus derivados.

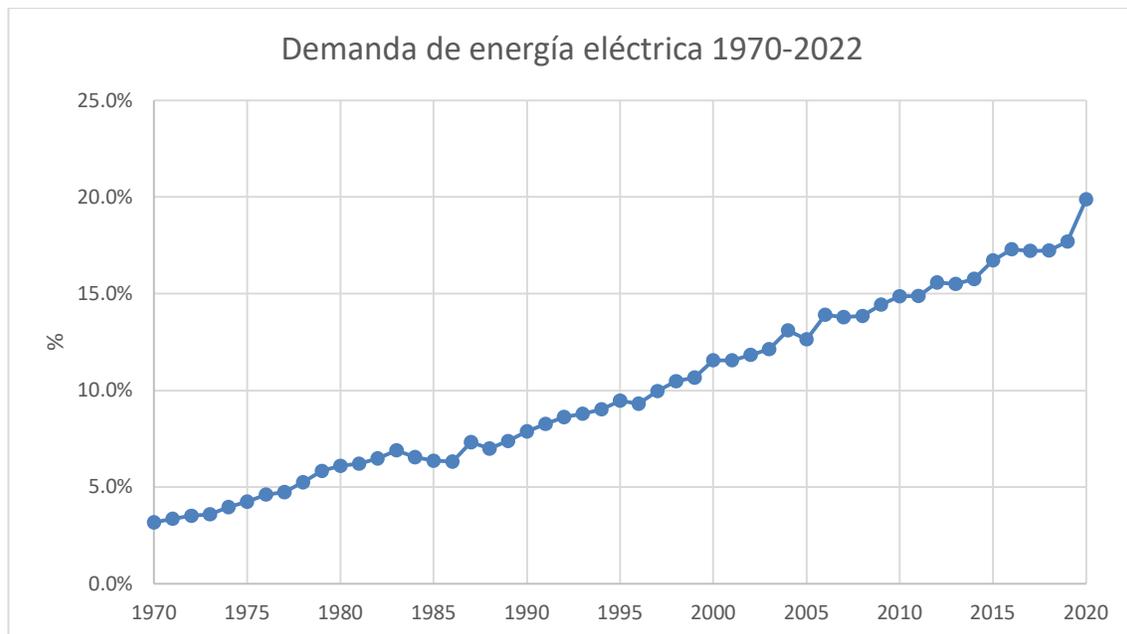


**Figura 2.18** Participación del consumo final por sector (OLADE, 2024)

## 2.6 Generación de Energía Eléctrica

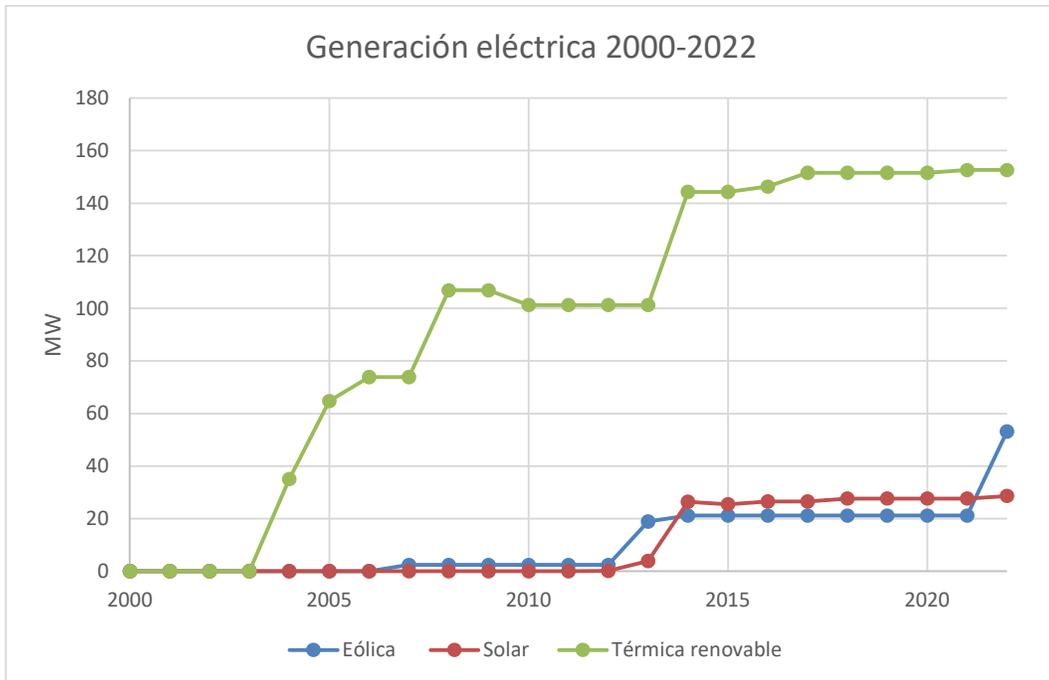
Uno de los energéticos más solicitados en Ecuador por diferentes sectores siendo los más grandes el sector residencial e industrial es la energía eléctrica donde con el paso de los años se ha ido diversificando su generación hasta llegar a la actualidad donde encontramos a su principal forma que es la hidroenergía como tal la ER con mayor participación y producción en el país.

Como se puede observar en la figura 2.19 como ha ido creciendo la demanda de energía eléctrica por densidad poblacional, avance de la industria entre otros, donde se ha visto con el tiempo que en materia de generación a pesar de un limitado porcentaje de aportación han ido apareciendo ERNC como se presenta en la figura 2.22 y figura 2.23 mostrando el lapso entre los años 2000 -2022.

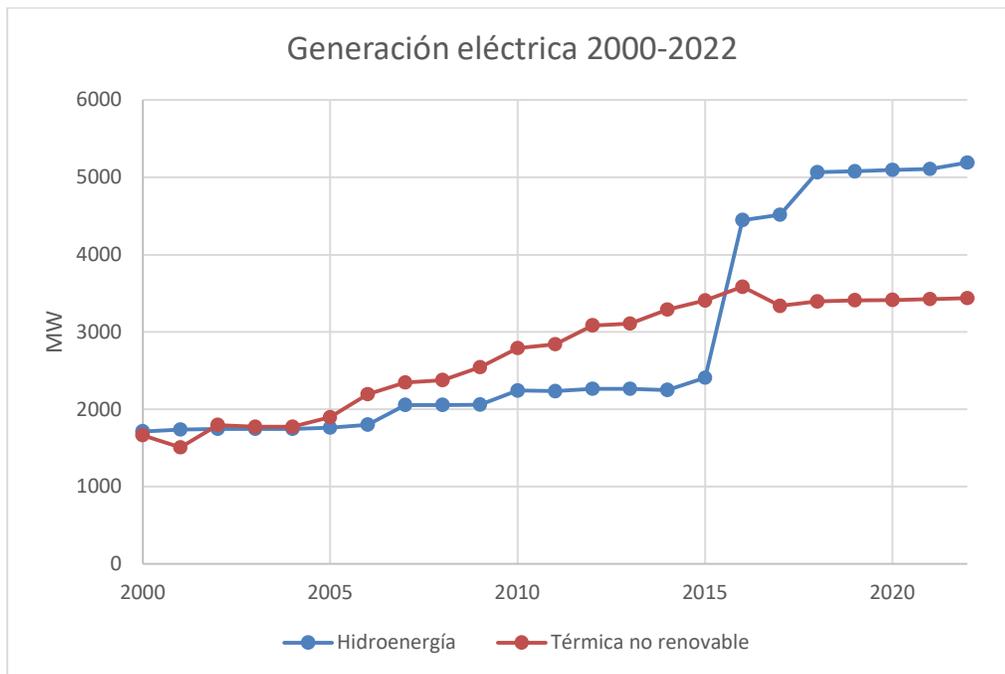


**Figura 2.19** Evolución de la demanda de energía eléctrica 1970 – 2022 (OLADE, 2024)

Como se puede observar en la Figura 2.20 tenemos la participación de las ERNC en materia de generación eléctrica en contraste térmica renovable que mostro un gran aporte dentro del periodo 2000-2022 mostrando un retraso tecnológico considerable para las ERNC. En la Figura 2.21 observamos una clara tendencia de generación eléctrica no renovable junto a la hidroenergía que para el año 2022 apporto alrededor de 5000 MW de potencia en contraste a la térmica no renovable que apporto alrededor de 3000 MW, siendo no renovable debido al uso de bunker como su principal combustible.



**Figura 2.20** Generación eléctrica en MW 2000-2022 (OLADE,2024)



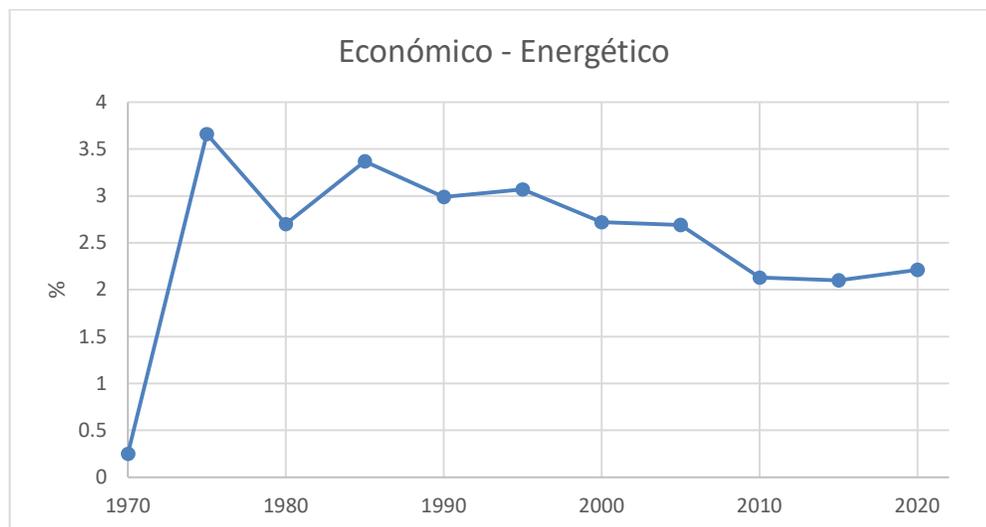
**Figura 2.21** Generación eléctrica en MW 2000-2022 (OLADE,2024)

## 2.7 Energía y Ambiente

El Ecuador ha ido cambiando sus políticas energéticas a través de los años donde encontramos una evolución desde el auge petrolero en el país esto ha marcado una generación de impactos sociales, políticos y ambientales estas son las razones principales por las cuales con los años avance tecnológico entre otros factores han hecho que la diversificación de la matriz energética con ERNC se primordial para lograr formar una independencia energética, económica priorizando el cuidado del ambiente.

Es aquí donde encontramos la participación del Ministerio de Energía y Minas donde en el acuerdo ministerial “Nro. MEM-MEM-2022-0022-AM”, el artículo 1 detalla el apoyo de la productividad energética y demanda a los diferentes sectores, junto con el artículo 2 que tiene como objetivo que las políticas de eficiencia energética es alcanzar una optimización de uso, consumo en los sectores de mayor demanda energética (MEM, 2022)

Es así como el incentivo político y económico promueve el uso de nuevas tecnologías para la producción de energía junto con la diversificación de la matriz energética que desde el año 1970 al 2022 ha ido presentando cambios que van marcando un precedente en la historia energética del país. Respecto a la relación ambiente y política energética desde el auge petrolero se ha visto afectada dado que la explotación de petróleo exige un cambio en el panorama en el cual se realiza estas operaciones, teniendo en cuenta que es la actividad que produce mayor flujo económico lo cual en tiempos pasados establecer límites de coexistencia entre políticas ambientales, energéticas y económicas han encontrado dificultades. Como se puede observar en la Figura 2.22 la economía y energía desde el año 1970 presentaron un crecimiento repentino esto debido a que en la época Ecuador se convirtió en un exportador e importador de petróleo y sus derivados, en este punto las políticas energéticas del país se centraron en crear políticas en beneficio a la producción de petróleo.



**Figura 2.22** Evolución de los indicadores económicos-energéticos 1970-2022 sector hidrocarburo (OLADE, 2024)

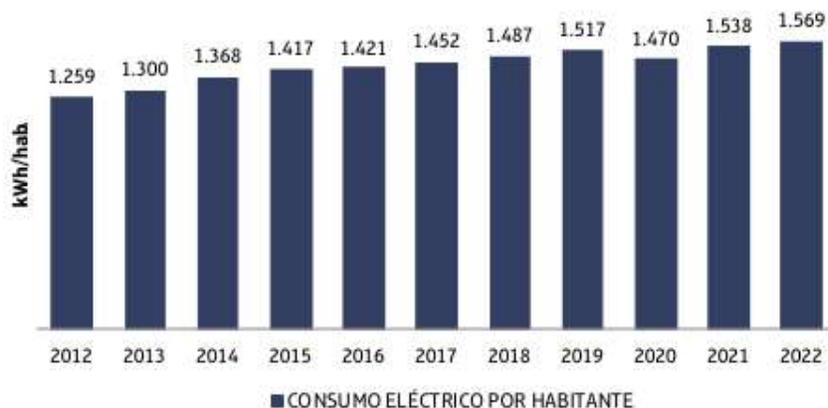
El crecimiento poblacional son uno de los factores más relevantes en consumo energético y aumento de emisiones, entre los años 2012 y 2022 la población del país que estaba situada en 15.5 millones de habitantes aumento a 18 millones, evidenciando un crecimiento del 15.9 %. El producto interno bruto del país creció 10.5% alcanzando para 2022 unos 71 millones, este crecimiento económico va contrastado con el consumo energético por habitante aumentando 4.9% entre 2012 y 2022 (MEM, 2022).

En la Figura 2.23 podemos observar el consumo energético por habitante teniendo el caso atípico en el año 2020 dado que en este se presentó una crisis mundial por el COVID-19 posteriormente para 2021 presento una recuperación de consumo debido al regreso de actividades con normalidad, respecto al ambiente en el año 2020 por la emergencia sanitaria se presentó una disminución de emisiones de gases (MEM, 2020).



**Figura 2.23** Consumo energético por habitante (MEM, 2022)

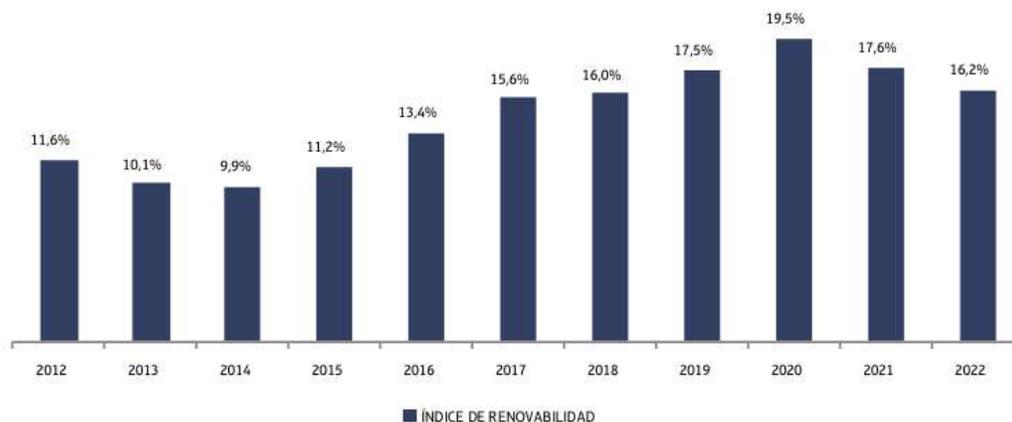
A pesar de que en el año 2020 el consumo energético por habitante bajo, esto no sucedió con la energía eléctrica dado que el consumo por habitante se ha mantenido en un promedio como se observa en la Figura 2.24 consecuentemente creciendo con el tiempo por factores demográficos, es a todo esto donde las ERNC toman una importante participación porque en un panorama pasado que ha mostrado un gran crecimiento desde 1970 hasta la actualidad y la exigencia energética que surge la problemática del porque este tipo de energías no fueron desarrolladas en materia de generación eléctrica.



**Figura 2.24** Consumo eléctrico por habitante (MEM, 2022)

Para el año 2024 Ecuador presentó una crisis energética en materia de generación eléctrica presentando estiajes en las principales hidroeléctricas del país, teniendo una falta de capacidad para satisfacer las necesidades del país previamente se observó que el consumo eléctrico solo aumenta con el tiempo. Esta problemática se vuelve un punto de análisis para lograr encontrar nuevas soluciones partiendo de problemáticas pasadas como la total dependencia de los combustibles fósiles dado que como se muestra en la Figura 2.23 la generación eléctrica con fuentes no renovables va a la par de la generación eléctrica renovable.

Según el índice de renovabilidad que es aquel que evalúa el aporte de las ER en la matriz energética nos indica un crecimiento de dicho índice 38.9% en el periodo 2012-2022 con una participación promedio del 14.4% presentado una tendencia de crecimiento desde el año 2014 como se muestra en la Figura 2.25, que a pesar del crecimiento de las ER este no representa una gran diversificación en la matriz energética.



**Figura 2.25** Índice de renovabilidad período 2012-2022 (MEM, 2022)

## 2.8 Energías Renovables y No Renovables

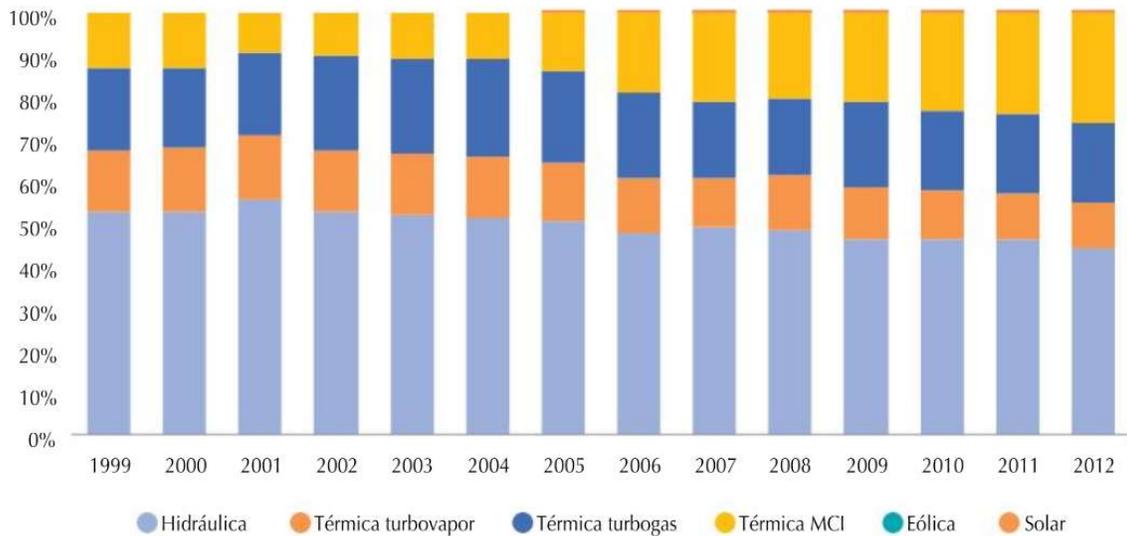
Las energías renovables son aquellas que se obtienen de fuentes naturales que se consideran inagotables, por diferentes características como puede ser por su cantidad, la alta capacidad de recuperación que tienen éstas o su potencial energético (Spiegeler & Cifuentes, 2009).

En contraste a éstas encontramos las energías no renovables, las cuales tienen como principal característica es la limitación que tienen junto con el excesivo uso de estas que limitan significativamente su regeneración, principalmente en este grupo se encuentran los combustibles fósiles.

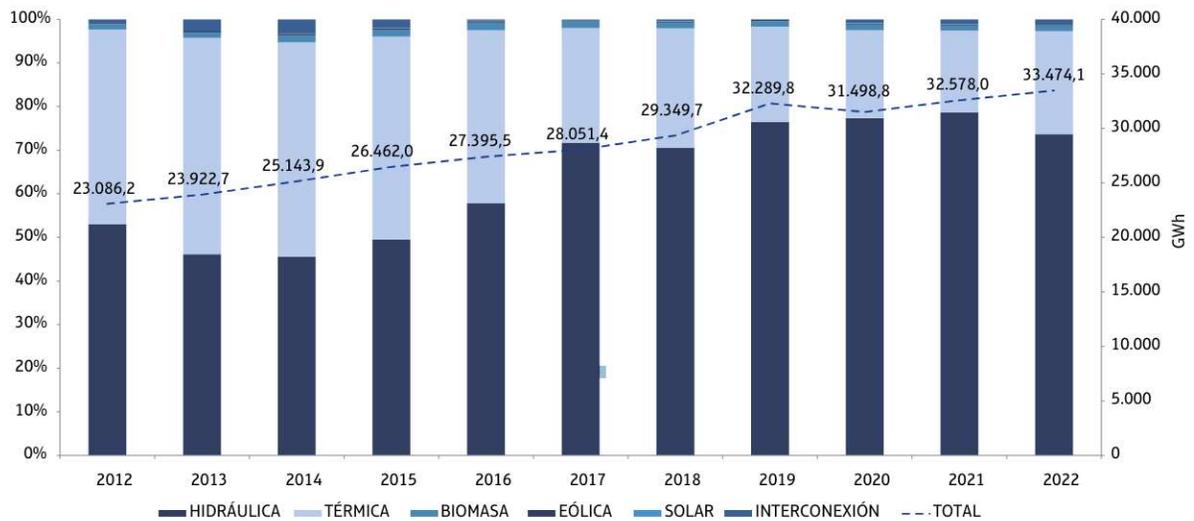
## 2.9 Uso de ERC y ERNC en Ecuador

Como se ha podido observar en la matriz energética del Ecuador 2022 existe una diversificación respecto a las diferentes energías, esto no era una realidad en 1970 donde se encontraba el uso primario de los combustibles fósiles. Con el tiempo como se presenta en la Figura 2.26 la presencia de ERNC han ido tomando más participación en los diferentes sectores principalmente en la potencia eléctrica instalada.

A partir del período 2012 la oferta eléctrica paso de 28.086 GWh en 2012 a 33.474 GWh en 2022 con una participación más activa como podemos observar en la Figura 2.26, respecto a la generación se redujo 3.7% debido a problemas climáticos en este caso el estiaje, respecto a la producción de parte de fuentes renovables cayo en una reducción del 4.9% (MEM, 2022).

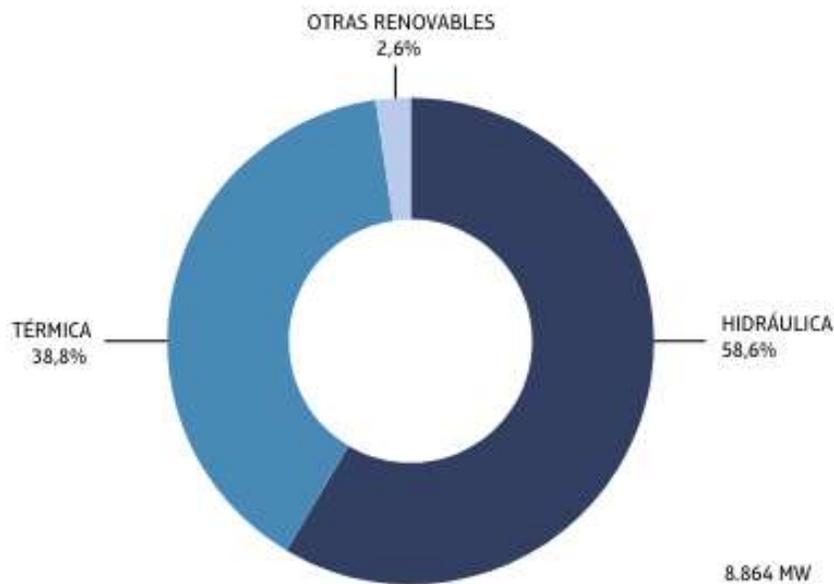


**Figura 2.26** Potencia Efectiva Nacional período 1999-2012 (MEM, 2012)

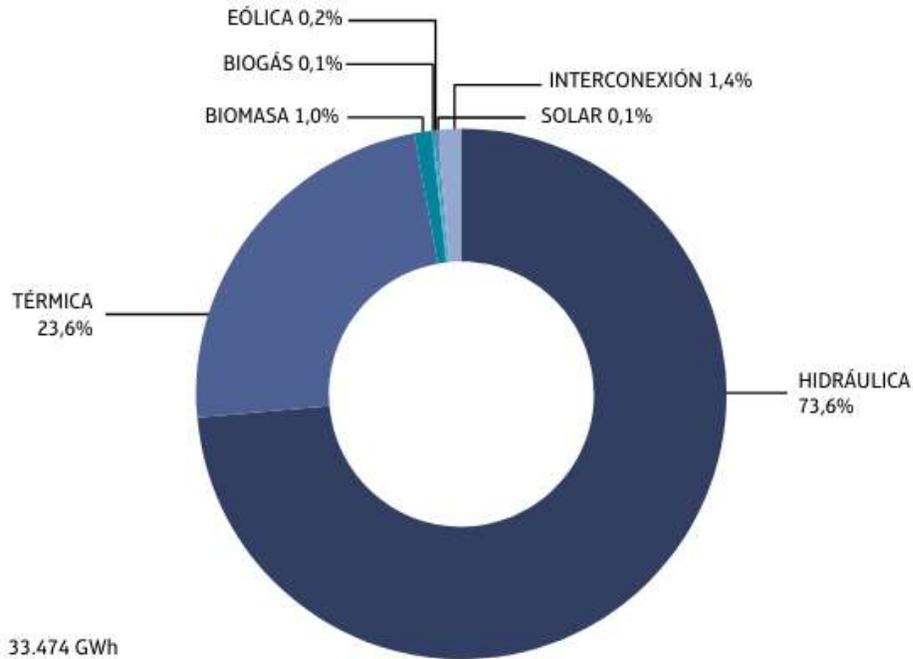


**Figura 2.27** Participación de fuentes en capacidad instalada 2012-2022 (MEM, 2022)

En la potencia instalada para 2022 encontramos una participación del 58.6% en hidroeléctricas, 38.8% térmicas y 2.6% distribuido entre plantas de otras energías renovables (eólica, solar, biomasa, entre otras.) respecto a la oferta de electricidad en 2022 tenemos la participación de otras fuentes renovables en 1.4% como se muestra en la Figura 2.28 y 2.29 (MEM, 2022).



**Figura 2.28** Porcentaje de participación en capacidad instalada MW 2022 (MEM, 2022)



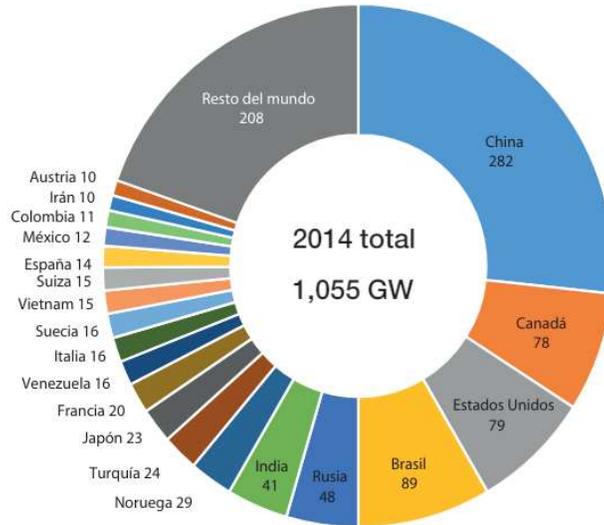
**Figura 2.29** Porcentaje de generación eléctrica por fuente 2022 (MEM, 2022)

## 2.10 Tipos de Energías Renovables

Como se ha ido viendo a lo largo de la historia del mundo las energías tienen diferentes clasificaciones y esta diversificación también está presente en Ecuador donde por factores económicos, políticos y ambientales estas han ido teniendo diferente participación en la matriz energética del país es aquí donde nos centramos en las energías renovables convencionales y renovables no convencionales. Las energías renovables convencionales y no convencionales a lo largo de la historia del Ecuador han ido tomando mayor participación. Se conoce a energía renovable convencional aquellos tipos de energía con madurez tecnológica y que son usados como fuente común de energía un claro ejemplo es la hidroenergía que es la energía que tiene el agua cuando el volumen de agua se mueve por un cause o esta se encuentra embalsada en una represa de tal manera que se puede aprovechar su energía potencial.

## 2.11 Hidroenergía en Ecuador y el mundo

La hidroenergía en el mundo es la forma de energía renovable más utilizada en el mundo y representa la quinta parte de la electricidad mundial, ayudando al crecimiento económico de muchos países que cuenta con considerables recursos hídricos. En 2014 el desarrollo de la energía hidroeléctrica continuo con un estimado de 1.055 GW total a nivel mundial como se observa en la Figura 2.30.



**Figura 2.30** Participación de la hidroenergía en el mundo (Key Trends in Hydropower, 2015)

Como se observó en la Figura 2.33 a pesar de que Ecuador tiene gran potencial hídrico su participación a nivel mundial no es significativa, aunque a nivel nacional es una de las más importantes en materia de generación eléctrica esto nos describe un panorama en el que desde el periodo de 1970 hasta la actualidad Ecuador no ha desarrollado a cabalidad el uso de uno de sus recursos renovables más importantes. En el país la hidroelectricidad conforma parte importante en la diversificación y descarbonización de la matriz energética dado que la conformación de este tipo energía representa una vida útil larga junto con un bajo impacto ambiental, en la tabla 2.2 se presenta las principales hidroeléctricas del país junto con la potencia generada.

**Tabla 2.2** Hidroeléctricas en Ecuador según su capacidad (CELEC, 2017)

Hidroeléctrica	Tipo de Turbina	Ríos	Caudal del río (m3/s)	Caudal del diseño (m3/s)	Potencia (MW)
Coca Codo Sinclair	Pelton	Coca	287	127	1500
Sopladora	Francis	Paute	150	150	487
Minas San Francisco	Pelton	Jubones	65	48.33	275
Toachi-Pilatón	Francis	Toachi y Pilatón	69.95	33.33	254.4
Delsitanisagua	Pelton	Zamora	47.3	28.32	180
Manduriacu	Kaplan	Guayllabamba	168.9	210	65
Quijos	Francis	Quijos y Pallatanga	29.15	33.96	50
Mazar Dudas	Pelton	Pindilig y Mazar	11.25	11.25	21

En el año 2023 tres de las hidroeléctricas que generan mayor potencia en el país presentaron problemas Coca Codo Sinclair, Sopladora y Toachi Pilatón, que no solo presentan complicaciones a nivel estructural y mecánico a esto se le suma estiajes por el cambio

climático atípico presente en Ecuador, dejando un panorama actual energético poco favorable para el país, dado que en la actualidad ya se atravesó una crisis energética a nivel de generación eléctrica (BBC News, 2024).

## 2.12 Tipos de Energías Renovables no Convencionales

En el Ecuador ha existido un predominio histórico de las EC, ERC dejando a un lado el desarrollo de las ERNC a pesar de esto ciertos sectores las han ido implementado aumentando su porcentaje de participación en la matriz energética ecuatoriana esta es la principal razón por la cual ahora las podemos clasificar junto con su potencial y demanda en el país (MEM, 2022).

### 2.12.1 Energía Solar

La energía solar es una forma de energía renovable que se obtiene del sol, dicha energía se puede aprovechar de diferentes maneras a lo que se le suma también sus diferentes aplicaciones tanto como a nivel doméstico como a nivel industrial, existen dos tipos de captura y uso de la energía solar (Repsol, 2024).

### 2.12.2 Energía Solar Fotovoltaica

Este tipo de energía solar funciona por medio de un sistema fotovoltaico, esta consiste en la conversión directa de la luz solar en electricidad mediante el uso de paneles fotovoltaicos, dichos paneles están compuestos por células solares fabricadas de materiales semiconductores, como silicio los mismos que generan electricidad cuando son expuestos a luz solar, es generalmente usado a nivel doméstico e industrial para plantas solares a gran escala.

### 2.12.3 Energía Solar Térmica

Este tipo de energía solar basa su funcionamiento en el aprovechamiento de calor del sol para la acumulación de energía térmica, esta energía acumulada se puede utilizar para calentamiento de agua tanto a nivel doméstico como industrial, otro tipo de uso se basa en concentración solar con lo cual al calentar un fluido se utiliza para producir vapor y accionar una turbina generadora de electricidad (Repsol, 2024).

**Tabla 2.3** Ventajas y desventajas energía solar (Repsol, 2024)

<b>Energía Solar</b>	
<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Renovable y abundante	Intermitencia
Reducción de costos	Almacenamiento
Independencia energética	Espacio

Al analizar las ventajas y desventajas de la energía solar encontramos las principales problemáticas que comprenden la falta de desarrollo tecnológico a pesar de sus beneficios, para el caso de la intermitencia la generación de energía depende de la disponibilidad de luz solar y principalmente de la geografía del país donde quiera ser aplicada dado que el potencial de la misma variara por dicho factor, a nivel industrial la contaminación visual para lograr una generación a gran a escala necesita de grandes cantidades de espacios para la colocación de paneles solares el cual en zonas como ciudades puede ser un problema.

### 2.12.4 Energía Eólica

La energía eólica es una forma de energía renovable que se obtiene del viento, se aprovecha la energía cinética del aire en movimiento con el fin de generar electricidad mediante aerogeneradores. Actualmente este tipo de energía juega uno de los papeles principales en la generación de energía eléctrica sostenible.

El funcionamiento de la energía eólica se basa en:

Aerogeneradores: son más conocidas como turbinas eólicas conformada por rotor, eje, generador y torre este conjunto se acciona cuando el viento adquiere velocidades suficientes para sacar las aspas de la inercia haciendo que la energía cinética del viento pase a ser energía mecánica y finalmente el generador la transforma en energía eléctrica (Repsol, 2024).

**Tabla 2.4** Ventajas y desventajas energía eólica (Repsol, 2024)

<b>Energía Eólica</b>	
<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Renovable y abundante	Intermitencia
Ecológica	Impacto visual y acústico
Desarrollo económico y tecnológico	Espacio y ubicación

Al analizar las ventajas y desventajas de este tipo energía nos encontramos con un factor común respecto a otras como la energía solar respecto a la contaminación visual y limitaciones espaciales, dado que este tipo de estructuras tienen tamaños considerables sería imposible ubicarlas en zonas como ciudades que tengan favorables geografías respecto a velocidad de viento, dado que los parques eólicos requieren de grandes extensiones de terreno marítimas.

En el caso de la energía eólica encontramos las instalaciones terrestres y marítimas (offshore) donde están presentan mayores beneficios al igual que dificultades por su propia ubicación, este tipo de energía continúa creciendo a nivel tecnológico por lo cual con el paso del tiempo no se descarta un mayor avance (Repsol, 2024).

### 2.12.5 Energía del Mar

También conocida como energía marina es aquella que aprovecha las diferentes formas de energía renovable que se puede aprovechar del océano, podemos encontrar varias fuentes potenciales donde cada una tiene su tecnología y método para la conversión de energía (Repsol, 2024).

- **Energía de las olas**

La energía se genera a partir del movimiento de las olas en la superficie del mar a través de la oscilación por lo cual existen dos métodos para captarlos en este caso son los osciladores flotantes los cuales, mediante el movimiento de vaivén, también tenemos las columnas oscilantes estas estructuras comprimen y descomprimen aire, lo que a su vez mueve una turbina generadora.

- **Energía mareomotriz**

Esta energía se logra obtener a partir de la subida y bajada de la marea debido a su periodicidad causadas por la gravedad de la luna y el sol, sus principales estructuras para generación son las presas de marea las cuales capturan el agua durante marea alta tiempo después la liberan en marea baja mientras mueve turbinas, las turbinas submarinas juegan un papel similar a las aerogeneradores en la energía eólica en este caso son ubicadas bajo el agua que son movidos por corrientes presentes en la marea.

- **Energía de las corrientes marinas**

Este tipo de energía se obtiene a través de las corrientes oceánicas que son flujos de agua naturales submarinos que tienen flujo y dirección, se captura esta energía con turbinas submarinas que tienen un funcionamiento similar a las eólicas.

- **Energía térmica oceánica**

Como su nombre lo indica se extrae energía térmica del océano esto sucede gracias a diferencia de temperaturas existente entre aguas superficiales cálidas y las aguas profundas frías, mediante este proceso se puede generar energía eléctrica.

- **Energía osmótica**

Este tipo de energía también conocida como energía azul, se obtiene a partir de la diferencia de salinidad existente entre el agua salada del mar y el agua dulce presente en tierra principalmente de los ríos, mediante un método de membranas semipermeables que permiten el ingreso de flujo de agua pueden generar una presión que en cierto punto puede ser convertida en electricidad.

**Tabla 2.5** Ventajas y desventajas energía del mar (Repsol, 2024)

<b>Energía del Mar</b>	
<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Renovable y abundante	Costos iniciales
Ecológica	Impactos ambientales
Previsible	Tecnología en desarrollo

Analizando las ventajas y desventajas de este tipo de energía respecto a otras podemos denotar el aspecto económico, impacto ambiental y sobre todo la tecnología inmadura que esta presenta, dado que esta tecnología no se ha desarrollado en su totalidad con lo cual el costo beneficio no es significativo esto debido a que aún no la alcanza la eficiencia esperada.

A pesar de ser una energía limpia las estructuras formadas pueden afectar a la armonía de la fauna marina y los ecosistemas costeros (Repsol, 2024). Teniendo en cuenta todas estas problemáticas aún tiene el potencial para ser una energía renovable usada a gran escala.

### 2.12.6 Energía minihidráulica

Este tipo de energía renovable mejor conocida como energía mini – hidroeléctrica es una forma de energía que usa la corriente de ríos, arroyos para generar electricidad a pequeña escala, a diferencia de su semejante que lo hace en ríos con grandes volúmenes de agua, estas se pueden clasificar en tres tipos:

- Micro hidráulica: Menos de 100 kW
- Minihidráulica: Entre 100 kW y 10 MW
- Pequeña hidráulica: Hasta 30 MW

**Tabla 2.6** Ventajas y desventajas energía minihidráulica (Repsol, 2024)

<b>Energía Minihidráulica</b>	
<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Renovable y limpia	Impacto ecológico
Impacto ambiental reducido	Limitaciones geográficas
Bajos costos operativos	Variabilidad estacional
Desarrollo rural	Costos iniciales

Las similares ventajas y desventajas que encontramos en este tipo de energía renovable se deben a que en la práctica tienen la misma base para generación eléctrica, pero la mini hidroenergía puede ayudar a un desarrollo más centralizado en los lugares que tengan las condiciones geográficas para implementarla.

### 2.12.7 Energía Geotérmica

Como su nombre lo dice este tipo de energía renovable aprovecha la anergia térmica almacenada en el interior de la Tierra, este calor se puede aprovechar de diferentes formas principalmente para generar electricidad junto con aplicaciones en la refrigeración y calefacción.

Su funcionamiento se basa en tres pasos, reservas geotérmicas, extracción de calor y generación de electricidad.

- Reservas geotérmicas: Se encuentran en zonas de calor al interior de la tierra estos se clasifican en hidrotermales y petro-termales.
- Extracción de calor: aquí podemos encontrar sistemas de vapor seco, sistemas de vapor flash y sistemas de ciclo binario.
- Generación de Electricidad: El vapor o el fluido obtenido en la extracción de calor mueve un sistema de turbina conectado a un generador, produciendo electricidad.

Las aplicaciones directas de este tipo de energía se encuentran en calefacción de edificios, agricultura, acuicultura y procesos industriales todo esto fuera de la generación eléctrica (Repsol, 2024).

**Tabla 2.7** Ventajas y desventajas energía geotérmica (Repsol, 2024)

<b>Energía Geotérmica</b>	
<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Renovable y sostenible	Ubicaciones específicas
Bajo impacto ambiental	Costos iniciales de inversión
Eficiencia y fiabilidad	Degradación de recursos
Uso de espacio reducido	Riesgos geológicos

Una de las principales desventajas a denotar son los riesgos geológicos dado que por el propio método para el aprovechamiento de esta energía se puede causar un desgaste en estas zonas específicas con el tiempo, otra de sus potenciales desventajas es ubicación y geografía específica dado que no se pueden aprovechar si el lugar no tiene las condiciones necesarias no se podrá extraer ni aprovechar dicha energía.

### **2.12.8 Hidrógeno Verde**

El hidrógeno verde es una forma de producción de energía a partir de hidrógeno producido de manera sostenible utilizando fuentes renovables, como energía solar, eólica o hidroeléctrica, este proceso se llama electrólisis del agua, con el cual la electricidad divide las moléculas de agua en oxígeno e hidrógeno (Repsol, 2024).

**Tabla 2.8** Ventajas y desventajas energía hidrógeno verde (Repsol, 2024)

<b>Energía hidrógeno verde</b>	
<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Sostenible y limpio	Costo
Versátil	Infraestructura
Almacenamiento de energía	Eficiencia
Descarbonización	Tecnología inmadura

Dado a que es una tecnología que se encuentra en desarrollo y con un gran potencial energético, al no tener madurez sus costos iniciales son bastantes altos lo que producirla en masa todavía es imposible, mientras que su eficiencia aún se encuentra en rangos limitados. Este tipo de energía renovable tiene aplicaciones a nivel transporte, generación de electricidad, entre otros. Este tipo de energía juega un papel importante en la descarbonización a gran escala dado que si en el sector transporte se desarrolla al máximo bajar el consumo de combustibles fósiles tendría un ritmo más acelerado. (Repsol, 2024)

### **2.12.9 Biomasa**

Esta energía renovable es aquella que se obtiene de materiales orgánicos como plantas y residuos animales, de esta forma se aprovecha la materia biológica para producir calor, electricidad y junto a esto biocombustibles entre otros productos químicos, esta forma de

producción principalmente en el apartado de biocombustibles puede ser una alternativa viable para el remplazo de los combustibles fósiles ayudando a la reducción de emisiones de gases añadido al aprovechamiento de residuos orgánicos.

Este tipo de energía también se puede clasificar en tres tipos biomasa sólida, líquida y gaseosa.

- **Proceso de conversión de la biomasa**

1. **Combustión:** La biomasa se quemas directamente produciendo calor, este puede utilizarse para calefacción o generación de electricidad en plantas de energía.
2. **Gasificación:** La biomasa es convierte en gas de síntesis esto mediante de altas temperaturas en un entorno controlado con poco oxígeno, siendo utilizado para generación de electricidad o materia prima para productos químicos
3. **Pirólisis:** La descomposición en altas temperaturas en ausencia de oxígeno logran producir bio-aceite, bio-carbón y gases estos productos son usados como combustibles y en procesos industriales.
4. **Fermentación:** en la biomasa existe la presencia de azúcares los mismos que se fermentan para producir bioetanol, biocombustible el mismo que gracias a su composición se puede mezclar con gasolina.
5. **Digestión anaeróbica:** gracias a la descomposición de la materia orgánica en ausencia de oxígeno este produce biogás principalmente metano, este se puede utilizar para generación de electricidad o como biocombustible para vehículos.

**Tabla 2.9** Ventajas y desventajas biomasa (Repsol, 2024)

<b>Biomasa</b>	
<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Renovable	Emisiones de carbono
Reducción y clasificación de residuos	Uso de tierras
Neutralidad de carbono	Eficiencia
Desarrollo económico	Costos de transporte y almacenamiento

A pesar de ser una energía renovable con una mayor madurez tecnológica respecto a otras aun presenta problemas en su desarrollo principalmente en su dificultad de almacenamiento y transporte, esto también se le puede añadir dado que a pesar que ya es aplicable para el uso en vehículos su eficiencia es menor comparada con los combustibles fósiles en tanto a sus beneficios la clasificación de los residuos y su uso genera en balance respecto a emisiones de carbono dado que la combustión de biomasa emite CO2 pero este es el mismo que fue absorbido por las plantas durante su proceso de crecimiento, lo que resulta en un balance neutro o de baja emisión de gases aunque sea poca aun terminan siendo aporte de gases contaminantes.

Sus diferentes aplicaciones principalmente se basan en generación de electricidad, calefacción, biocombustibles y biogás, siendo de esta manera una de las energías renovables que pueden tener mayor aportación energética en diferentes campos (Repsol, 2024).

## 2.13 Importancia de la Energía Renovable

La energía renovable tiene como principal premisa el ser una fuente inagotable y limpia, la inversión mundial ha ido aumentando en billones de dólares en 2023, la energía solar opaco por primera vez la producción de petróleo, en el años 2022 durante la COP27 se planteó este escenario, en el cual para esto se esperó un aumento de 24% entre 2021 y 2023 impulsado por las energías renovables, teniendo en cuenta que la importancia de este aumento tiene que venir de las economías más avanzadas a lo que se la añade un riesgo sobre la formación de nuevas líneas divisorias en la energía mundial. Las diferentes inversiones en energía limpia se han visto impulsadas por una variedad de factores en los últimos años incluido política, economía, inflación y producción de combustibles fósiles, estos problemas también incluyen a las economías emergentes que son aquellas que presentan un mayor déficit de energía limpia, poco a poco (IEA, 2023).

Los aspectos más importantes que rodean las energías renovables tuvieron el importante respaldo de la comunidad internacional con el 'Acuerdo de París' suscrito en la cumbre mundial del clima en 2015 (Acciona, 2020).

Aquí se resumen los aspectos que le dan mayor importancia a la transición energética para el uso masivo de las energías renovables:

- **Contra el cambio climático:** la principal característica de las fuentes renovables de energía son la nula emisión de gases que presentan lo cual es una viable opción para la lucha contra la degradación ambiental.
- **Inagotables:** como ya se sabe las fuentes renovables de energía presentan la gran ventaja que son prácticamente infinitas y no en el caso de las fuentes tradicionales como lo son carbón, gas, petróleo o energía nuclear esto junto a otra de sus principales características que tanto su producción como su uso generan el significativo aporte de gases contaminantes.
- **Reducen la dependencia energética:** dado que en cualquier parte del planeta existe algún tipo de recurso renovable, esto permite que varias economías en vía de crecimiento a pesar de la dificultad pueden acceder a estas fuentes dejando a un lado la dependencia de importación de combustibles.
- **Crecientemente competitivas:** el avance tecnológico hace que el desarrollo y eficiencia de las energías renovables sea cada vez más viable junto con la reducción de sus costos de producción lo cual las hace cada vez más competitivas en el mercado creciendo así su oferta y demanda.

- **Horizonte político favorable:** Las decisiones tomadas en la COP21 han apartado a la aprobación internacional sobre el futuro de las energías renovables por lo cual la comunidad internacional ha entendido la importancia de la transición energética junto con una robusta descarbonización de la economía (Acciona, 2020).

## 2.14 Importancia de las ERNC para el Ecuador

La importancia de una transición energética en el país en el panorama actual es una de las bases para la diversificación de la matriz energética del país que como se ha visto a lo largo de los años principalmente desde el boom petrolero en los años 70, como se ha visto en los últimos años a partir del 2022 el Ecuador ha ido presentando problemas energéticos esto añadido al cambio climático que ha ocasionado problemas en las principales hidroeléctricas del país. En busca de una independencia energética la importancia de aprovechar las fuentes renovables puede contribuir a estabilizar el mercado energético, con lo cual se puede lograr reducir las importaciones de combustible fósiles y sus derivados (Universidad Europea, 2023) (BBC News, 2024).

## 2.15 Potencial de las Energías Renovables no Convencionales en Ecuador

A partir de datos del ministerio de energía y minas concatenando con datos de OLADE podemos observar las energías renovables presentes en el Ecuador donde encontramos que desde el 2012 hasta el 2022 al bagazo de caña junto con la leña presentaron porcentajes significativos de crecimiento a esto le podemos añadir las potenciales ERNC que aparecen con mínima participación pero que ya forman parte de la descripción del balance energético nacional como lo son biodiesel, etanol, eólica y solar.

- **Potencial energético solar**

La energía solar es principalmente aprovechada para captación de calor y generación eléctrica el mayor punto de interés se centra en la generación eléctrica dado que a pesar de las características y variabilidad del terreno Ecuador presenta gran capacidad en materia de aprovechamiento de energía solar, debido a que el Ecuador se encuentra en el centro del planeta, encontramos extraordinarios beneficios respecto al impacto generado por los rayos solares de manera perpendicular durante los 365 días del año, dado que en el país se tienen dos estaciones climáticas por año (invierno y verano) esto no incide en el ángulo de radiación solar (MEM, 2023) (Atlas solar del Ecuador, 2008).

**Tabla 2.10** Valores de insolación global en las provincias del Ecuador (Atlas Solar del Ecuador, 2008)

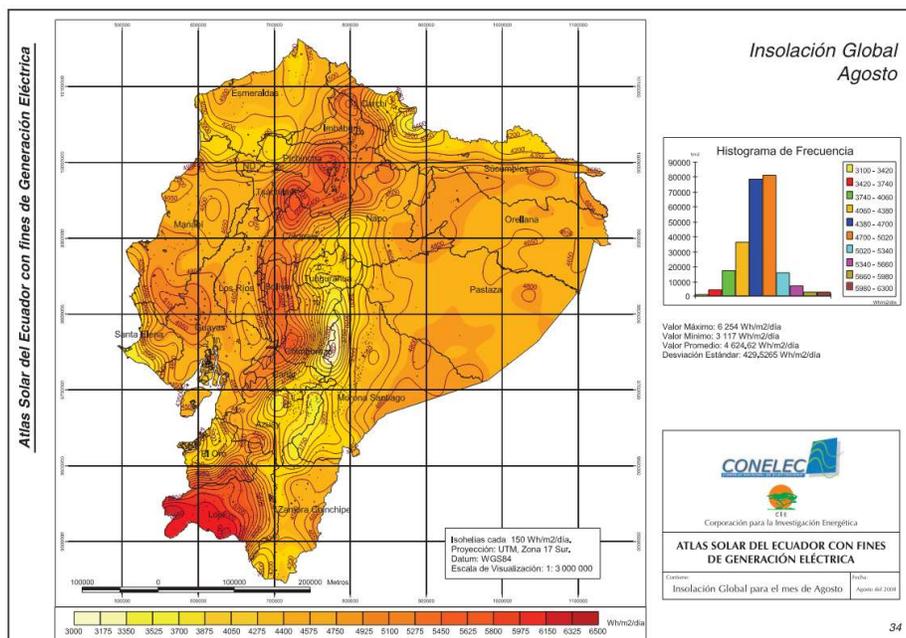
Provincia	Valor mínimo (kWh/m <sup>2</sup> /día)	Valor máximo (kWh/m <sup>2</sup> /día)	Valor promedio (kWh/m <sup>2</sup> /día)
Azuay	4.05	4.8	4.425
Bolívar	4.8	4.95	4.875
Cañar	4.05	4.65	4.35
Carchi	3.9	4.2	4.05
Cotopaxi	4.8	5.25	5.025
Chimborazo	3.75	4.95	4.35
El Oro	4.2	5.1	4.65
Esmeraldas	3.9	4.35	4.125
Guayas	4.2	4.8	4.5
Imbabura	4	5.1	4.55
Loja	4.5	5.7	5.1
Los Ríos	4.65	4.65	4.65
Manabí	4.2	5.25	4.725
Morona Santiago	3.75	4.5	4.125
Napo	4.2	4.8	4.5
Pastaza	4.5	4.65	4.575
Pichincha	4.05	5.25	4.65
Orellana	4.5	4.8	4.65
Tungurahua	4.2	4.3	4.25
Santa Elena	4.5	4.35	4.425
Santo Domingo	4.65	5.25	4.95
Sucumbíos	4.05	4.8	4.425
<b>Media Nacional</b>	<b>4.245</b>	<b>4.839</b>	<b>4.542</b>

Después de observar el potencial de insolación global en las diferentes provincias del Ecuador también podemos encontrar valores de potencia nominal y efectiva para generación eléctrica con valores de 27.65 MW y 26.76 MW respectivamente, la distribución de esta se encuentra distribuida como se detalla en la Tabla 2.11:

**Tabla 2.11** Potencia nominal y de generación eléctrica por provincia (ARCERNNR, 2022)

Provincia	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)
Cotopaxi	2	2
El Oro	5.99	5.99
Galápagos	2.62	2.62
Guayas	3.98	3.98
Imbabura	4	3.99
Loja	5.99	5.12
Manabí	1.5	1.49
Morona Santiago	0.37	0.37
Pastaza	0.2	0.2
Pichincha	1	1
<b>Total</b>	<b>27.65</b>	<b>26.76</b>

Para una mejor comprensión de la distribución del potencial solar en la Figura 2.34 podemos observar un ejemplo del mapa solar de Ecuador en materia de insolación global y directa que son los dos tipos de insolación con mayor interés tanto para la captación de calor como para la generación de electricidad a través de sistemas fotovoltaicos, donde por las diferentes escalas de colores podemos observar con mayor claridad la intensidad de la insolación (Atlas solar del Ecuador, 2008)



**Figura 2.31** Mapa solar del Ecuador insolación global (Atlas solar del Ecuador, 2008)

- **Potencial energético eólico**

El Ecuador se encuentra en una situación geográfica complicada para el aprovechamiento de la energía eólica principalmente por la cordillera de los Andes que impide la formación de vientos a grandes velocidades, aunque en ciertas partes del país podemos encontrar vientos constantes que tienen potencial para la generación de energía en eléctrica (MEM, 2023).

En la Tabla 2.12 se muestra información del INECEL (Instituto Ecuatoriano de Electrificación), dado que en la actualidad los proyectos alrededor del potencial eólico del país están prácticamente extintos.

**Tabla 2.12** Potencial eólico estimado del Ecuador MW (INECEL, 2006)

<b>Provincia</b>	<b>Potencial (MW)</b>
Carchi	13.8
Imbabura	11.04
Pichincha	122.42
Cotopaxi	35.96
Chimborazo	35.61
Cañar	71.85
Bolívar	7.27
Azuay	101.7
Loja	520.46
<b>Total</b>	<b>921.11</b>

En la Tabla 2.13 podemos encontrar el potencial efectivo y nominal donde el recurso eólico es considerable y presentaría mejor oportunidad de desarrollo debido a su constante de viento en las diferentes épocas del año.

**Tabla 2.13** Potencial eólico instalado en Ecuador (ARCERNNR, 2022)

Provincia	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)
Galápagos	4.65	4.65
Loja	16.5	16.5
<b>Total</b>	<b>21.15</b>	<b>21.5</b>

- **Potencial energético de la biomasa**

La economía ecuatoriana a lo largo de la historia ha tenido una gran participación de la agricultura donde existen ciertos productos que destacan más entre estos tenemos la caña de azúcar de la cual proviene el bagazo de caña que según el historial de balance energético nacional desde 1970 a 2022, entonces es aquí donde podemos encontrar diferentes fuentes de biomasa en el país como la anterior mencionada (MEER, 2014).

- Sector agrícola: Arroz, banano, café, cacao, plátano, piña, palmito, palma africana, maíz, caña de azúcar.
- Sector Pecuario: Vacuno, porcino, avícola.
- Sector Forestal: Forestal implantado.

A pesar de la recolección de biomasa de diferentes sectores estos no se encuentran detallados como participantes en la producción energética debido a que son utilizados como abono, fertilizantes o utilizados como comida para animales de granja en la tabla 2.13 se detalla el potencial estimado de energía proveniente de biomasa.

**Tabla 2.14** Potencial de Biomasa del Ecuador (MEER, 2014)

Región	Energía Bruta ( $\frac{TJ}{año}$ )
Costa	187751.51
Sierra	22058.79
Oriente	14291.84
<b>Total</b>	<b>224102.14</b>

En la Tabla 2.15 podemos observar el potencial de biomasa instalado en el Ecuador:

**Tabla 2.15** Potencial de Biomasa instalado en Ecuador (ARCERNNR, 2022)

<b>Provincia</b>	<b>Potencia Nominal (MW)</b>	<b>Potencia Efectiva (MW)</b>
Cañar	29.8	27.6
Guayas	114.5	108.8
<b>Total</b>	<b>144.3</b>	<b>136.4</b>

**- Potencial de la energía Minihidráulica**

Al ser un semejante de la producción hidroeléctrica a gran escala esta presenta un gran potencial debido a la gran cantidad de fuentes hídricas en el Ecuador para esto se toma en cuenta que se define como una minihidráulica si produce menos de 50 MW, conforme al inventario de recursos energéticos como se detalla en la Tabla 2.16 se cuenta con los siguientes potenciales:

**Tabla 2.16** Potencial de generación a través de minihidráulicas (ARC, 2015)

<b>Provincia</b>	<b>Nombre del proyecto hidroeléctrico</b>	<b>Potencial (MW)</b>
Carchi	Mira 2	47.8
Pichincha	Cinto	45.8
Pichincha	Santa Rosa	45.2
Carchi	Mira	41
Imbabura	Pamplona	40.5
Sucumbíos	La Barquilla	40.1
Carchi	Guayabal	39.8
Zamora Chinchipe	Numbalá	39.2
Napo	Chalpi-1	36.2
Esmeraldas	Puniyacu	36
Esmeraldas	Negro II	36
Santo Domingo de los Tsáchilas	Alluriquín	34.5
Cotopaxi	Yacuchaqui	32.2
Pichincha	Milpe	31.9
Morona Santiago	Sucúa	31.6
Sucumbíos	Chingual	28.4
Cañar	Gualleturo	27.7
Azuay	Udushapa I	27.7
Pichincha	Sarapullo	27.7
Loja	Paquishapa	26

Cotopaxi	Las Juntas	24.7
Napo	Quijos - 1	24.2
Carchi	Chilma	23.7
Napo	Cosanga	23.6
Azuay	Udushapa II	23.6
Cotopaxi	Isinlivi	22
Esmeraldas	Agua Clara	20
Carchi	El Ángel	19.1
Napo	Misahuallí-2	19.1
Bolívar	Echeandia Alto	18
Pichincha	Corazón	18
Cañar	Raura	16.7

Azuay	Susudel	15.8
Pichincha	Mindo	15.7
Carchi	Blanco	15.5
Cañar	Tambo	15.4
Imbabura	Intag 1	15.3
Cotopaxi	Guangaje	15.2
Zamora Chinchipe	Bombuscara	15
Chimborazo	Puela-2	14.8
Santo Domingo de los Tsáchilas	Atenas	14.7
Azuay	Shincata	14.3
Carchi	Plata	14.2
Chimborazo	Pangor I	14
Chimborazo	Chambo	12.9
Bolívar	Caluma Bajo	12
Pichincha	Bellavista	11.6
Imbabura	Sigsipamba	10.9
Azuay	El Burro	10.6
Esmeraldas	Bravo Grande	10
Pichincha	Alambi	9.8
Pichincha	San Pedro II	9.5
Azuay	San Francisco II	9.4

Pichincha	Tandapi	8.9
Loja	Lucarqui	8.8
Bolívar	Echeandia Bjo	8.4
Loja	Uchucay	8.4
Los Ríos	Balsapamba	8.1
Los Ríos	Blanco 2	8
Azuay	Mandur	7.8
Carchi	Palmar	7.8
Chimborazo	Alausi	7.5
Chimborazo	Cebadas	6.95
El Oro	Casacay	6.1
Esmeraldas	Lachas	6
Azuay	Tomebamba	6

Azuay	Vivar	5.9
Azuay	Collay	5.8
Azuay	Oña	5.3
Pichincha	Tandayapa	4.88
Cotopaxi	Pucayacu I	4.8
Chimborazo	Huarhuallá	4.6
Tungurahua	Ambato	4
Bolívar	Chimbo - Guaranda	3.8
Carchi	La Concepción	3.17
Azuay	Ricay	3.1
Loja	Solanda	3
Cotopaxi	Monte Nuevo	3
Carchi	El Laurel	2.37
Cotopaxi	Chuquiragua	2.35
Zamora Chinchipe	Nanguipa	2.3
Loja	Ganancay	2.29
Zamora Chinchipe	Mayaicu	2.27
Loja	Puente del Inca	2.02
Azuay	Gala	1.92
Morona Santiago	Pan de Azúcar	1.85
Bolívar	Campo Bello	1.7

Bolívar	Salunguire	1.7
Imbabura	Vacas Galindo 1	1.2
<b>Total</b>	-	<b>1415.97</b>

Para este tipo de tecnología encontramos diferentes factores que apoyan al desarrollo de esta entre estos que es una tecnología con mayor madurez y según se estima pueden desarrollar hasta 68% de eficiencia a continuación en la Tabla 2.17 se resume la potencia instalada de minihidráulicas en Ecuador:

**Tabla 2.17** Potencia instalada de minihidráulicas en Ecuador (ARCERNNR, 2022).

<b>Provincia</b>	<b>Potencia Nominal (MW)</b>	<b>Potencia Efectiva (MW)</b>
Bolívar	8	8
Carchi	5.82	5.14
Cañar	32.33	32.33
Chimborazo	16.33	16.34
Cotopaxi	47.39	45.27
<b>Total</b>	<b>109.87</b>	<b>107.08</b>

## - Potencial de la energía geotérmica

Teniendo en cuenta la geografía del Ecuador, encontramos un interesante potencial geotérmico, aunque a pesar de dichas ventajas los proyectos para aprovechar dicha energía son inexistentes, dado que se encuentra en un proceso investigativo se busca que en un periodo de tiempo más avanzado esto empiecen ya a desarrollarse dado que se considera un potencial de al menos 3000 MW en materia de generación de energía por medios geotérmicos (Loret & Labus, 2014) (MEM, 2023).

En la tabla 2.18 encontramos el potencial de proyectos en investigación:

**Tabla 2.18** Potencia estimada de fuentes geotérmicas en Ecuador (Carcelén, Prietcarrizosa & Uria, 2022)

<b>Proyecto</b>	<b>Potencial Estimado MW</b>
Jamanco	26
Chacana-Cachiyacu	83
Chalupas	283
Chachimbiro	178
Tufiño-Cerro Negro-Chiles (binacional con Colombia)	330
<b>Total</b>	<b>900</b>

## 2.16 Planificación Energética

La planificación energética a nivel mundial y local es una de las mejores herramientas de los países para lograr tener una matriz energética que se desarrolla continuamente siendo un proceso integral que busca lograr un desarrollo energético sostenible y eficiente de manera que responde a las necesidades que se han ido desarrollando desde el pasado hasta el presente de tal manera que se puede maximizar los beneficios de los diferentes tipos de energía y generación (OLADE, 2017).

Como se ha ido observando a lo largo de la historia energética del Ecuador una de sus principales fallas ha sido la falta de gestión y planificación energética dado que varios de los recursos naturales existentes han tenido mayor participación energética o como el caso de otros que han tenido una baja participación creando así un desequilibrio junto a una dependencia energética y económica respecto a los recursos más populares, con el paso de tiempo aunque se han ido mejorando los sistemas de gestión estos han sido insuficientes para lograr una diversificación en la matriz energética.

En los últimos 60 años el consumo de energía se ha cuadruplicado esto ha guiado a la humanidad en la búsqueda de nuevos recursos y su explotación a gran escala para satisfacer estas necesidades, es aquí donde la incorporación de la conceptualización del análisis energético se va constituyendo como el estudio de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de energía, clasificando las diferentes definiciones de sistemas energéticos.

En Ecuador a través de los reportes energéticos anuales se ha ido creando una organización energética que sirve como base para que el gobierno se implique de manera activa en la planificación energética del país, es decir es el estado quién debe liderar los procesos de planificación para el crecimiento de la infraestructura que respalde el aprovisionamiento de las diferentes energías presentes.

La planificación energética tiene la capacidad de llevar las actividades y recursos energéticos del país haciendo un análisis de las ventajas y desventajas de cada sector energético recopilando factores que pueden ayudar a un camino más seguro respecto a otras fuentes energéticas que aún están en desarrollo.

El objetivo principal de la planificación energética es encontrar y plantear las estrategias de la mejor manera tal que se pueda contar con organización, programación, realización en diferentes lapsos de tiempo tanto como pueden ser a mediano o largo plazo, estos objetivos se plantean en función de los principales puntos de la planificación energética (MERNNR, 2021):

- Contribuir al desarrollo sustentable del sistema productivo
- Contribuir objetivos sociales, enfocado principalmente en la disminución de la pobreza de economías en desarrollo.
- Crecimiento coordinado en los mercados energéticos.
- Equilibrio y cuidado del ambiente.
- Uso eficiente y racional de la energía
- Aseguramiento del suministro energético
- Planeación energética.
- Plan de acción estratégico.

## **2.17 Planificación Energética ERNC**

Desde 1970 hasta 2022 Ecuador se ha encontrado con diferentes potenciales en materia de aprovechamiento energético, estos recursos naturales inagotables con el tiempo a pesar de su poca participación en el aporte energético han ido dotando al país de nuevas opciones energéticas, en lo referente a la planificación energética enfocada totalmente en las ERNC el Ecuador se ha ido planteando diferentes proyectos esto debido a la historia de las mismas a lo largo de la evolución de la matriz energética ecuatoriana. Dado el estudio de cómo se

conforma la matriz energética del Ecuador los proyectos que se presenta en la actualidad como parte de una planificación energética son aquellos que se plantean la posibilidad de maximizar el uso de las ERNC como un suministro de participación en activa en el abasto energético del país.

Uno de los principales enfoques en aprovechamiento energético es la generación de energía eléctrica, aquí es donde la inversión pública y privada toman una fundamental participación para la marcha de dichos proyectos renovables en Ecuador, dado que en la actualidad el 92% de la generación eléctrica proviene de centrales hidroeléctricas el 7% de térmicas y el 1% de fuentes no convencionales (MEM, 2020).

A continuación, se detalla algunos de los proyectos en el que Ecuador tiene el objetivo de realizar una expansión a nivel de generación eléctrica:

- **Solar:**

**Tabla 2.19** Proyectos de energía solar próximos a funcionar (MERNNR, 2021)

<b>Proyecto</b>	<b>Potencia (MW)</b>	<b>Energía estimada (GWh/año)</b>	<b>Año inicio de operaciones</b>
El Aromo	200	275	2022
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>275</b>	-

- **Eólica**

**Tabla 2.20** Proyectos de energía eólica próximos a funcionar (MERNNR, 2021)

<b>Proyecto</b>	<b>Potencia (MW)</b>	<b>Energía estimada (GWh/año)</b>	<b>Año inicio de operaciones</b>
Minas de Huascachaca	50	132.9	2021
Villonaco III	110	384	2023
<b>Total</b>	<b>360</b>	<b>516.9</b>	-

- **Geotérmica**

**Tabla 2.21** Proyectos de energía geotérmica próximos a funcionar (MERNNR, 2021)

<b>Proyecto</b>	<b>Potencia (MW)</b>	<b>Energía estimada (GWh/año)</b>	<b>Año inicio de operaciones</b>
Chachimbiro	50	394.2	2028
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>394.2</b>	-

- **Biomasa y Bloques de ERNC:** Dado que los proyectos que se relacionan en su totalidad al aprovechamiento de biomasa son difusos en materia de generación estos fueron divididos en bloques dentro del aprovechamiento de ERNC, estos son: Solar, Minihidráulica, Biomasa y Eólica los cuales se encuentran ubicados en diferentes lugares del país y tienen los siguientes potenciales (MERNNR, 2021):

**Tabla 2.22** Bloques de ERNC próximos a funcionar (MERNNR, 2021).

<b>Proyecto</b>	<b>Potencia (MW)</b>	<b>Energía Estimada (GWh/año)</b>	<b>Año inicio de operaciones</b>
Bloque 1	500	2119.3	2024
Bloque 2	500	1980.6	2025
Bloque 3	120	231.3	2026
Bloque 4	320	1401.6	2028
Total	1440	5732.8	-

- **Minihidráulica**

**Tabla 2.23** Proyectos de energía minihidráulica próximos a funcionar (MERNNR, 2021)

<b>Proyecto</b>	<b>Potencia (MW)</b>	<b>Energía Estimada (GWh/año)</b>	<b>Año inicio de operaciones</b>
Sabanilla	30	210	2022
Mazar-Dudas, Central San Antonio	7.19	44.87	2022
Maravilla	9	61.59	2023
La Magdalena	20	167	2024
Mazar-Dudas, Central Dudas	7.38	41.4	2024
Soldados Yanuncay, Central Soldados	7.2	39.2	2024
Chorrillos	4	23.2	2024

El Salto	30	247	2024
Soldados Yanuncay, Central Yanuncay	14.6	79.5	2024
Total	129.37	913.76	-

## 2.18 Estrategias en materia de ahorro y eficiencia energética

El esfuerzo por mejorar la disponibilidad de energía y asegurar la seguridad energética del país no debe limitarse solo a la generación de nuevas fuentes de energía, sino también debe centrarse en el uso eficiente de la misma. Este enfoque complementa las mejoras futuras en la disponibilidad energética. Algunas políticas ya implementadas incluyen la introducción de cocinas de inducción y el uso de bombillas de bajo consumo, pero es necesario continuar con estas iniciativas. Entre las políticas que el país puede adoptar (MEER, 2015) se encuentran:

Ahorro de energía y eficiencia energética:

- Sustitución de refrigeradores con más de 10 años de uso.
- Cambio de cocinas de GLP a cocinas de inducción.
- Reemplazo de bombillas incandescentes por bombillas de bajo consumo.
- Campañas de ahorro de energía como: desconectar aparatos eléctricos cuando no se usan y apagar las luces en áreas desocupadas.
- Mejora en la calidad de los combustibles.
- Uso de sistemas de calentamiento de agua con energía solar en lugar de GLP.
- Fomento del uso de transporte público.
- Promoción de vehículos eléctricos, híbridos y de hidrógeno.
- Mejora en la eficiencia de calderas en el sector industrial.
- Optimización de la intensidad energética en sistemas de vapor, aislamiento y ciclos energéticos.

## 2.19 Diversificación de la matriz energética

Como se ha ido analizando en este documento la participación de las ERNC, requiere de una estrategia integral que considere el potencial de todas las ERNC en el Ecuador de esta manera ir creando un entorno favorable para la inversión y desarrollo de la tecnología, dando estos primeros pasos a partir de las sólidas bases que se tiene de las matrices energéticas pasadas superando así la dependencia energética de los combustibles fósiles.

Las acciones pertinentes tendrán que ir desde políticas energéticas hasta creación de ambientes para inversión y construcción de infraestructura capaz de sustentar las necesidades energéticas del Ecuador.

### - **Creación de un marco regulatorio y político favorable**

**Legislación y Políticas Energéticas:** Establecer políticas y leyes que impulsen el desarrollo de energías renovables, ofreciendo incentivos fiscales, subsidios, tarifas preferenciales para la energía renovable y eliminando barreras administrativas.

**Planificación a Largo Plazo:** Crear un plan energético nacional con objetivos claros para la inclusión de energías renovables no convencionales en la matriz energética y fomentar la integración de estas fuentes en la red eléctrica nacional.

### - **Estimulación de la Inversión y desarrollo Tecnológico**

**Estímulos para la Inversión Privada:** Ofrecer beneficios fiscales y financieros para iniciativas de energías renovables, como préstamos con condiciones favorables, exenciones fiscales y protección de inversiones.

**Transferencia de Tecnología y Formación:** Fomentar colaboraciones con instituciones académicas y centros de investigación para innovaciones en energías renovables estableciendo programas de formación para expertos en materia de desarrollo energético.

### - **Desarrollo de infraestructura**

**Infraestructura de Red:** Modernizar y expandir la red eléctrica para permitir la integración de las nuevas tecnologías renovables incluyendo sistemas de almacenamiento de energía junto a esto mejorando el sistema de transmisión y distribución a lo largo del país.

**Micro redes y sistemas descentralizados:** Fomentar el desarrollo de micro redes y sistemas de generación para los sectores más alejados de las principales redes de distribución de energía creando de esta manera un desarrollo en las comunidades y zonas rurales más alejadas del país.

### 3. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A lo largo de este documento se recopiló información sobre la historia energética del Ecuador con el fin de realizar un análisis de dicha información para encontrar los diferentes factores que han contribuido o no al cambio de la matriz energética ecuatoriana.

#### 3.1 Resultados

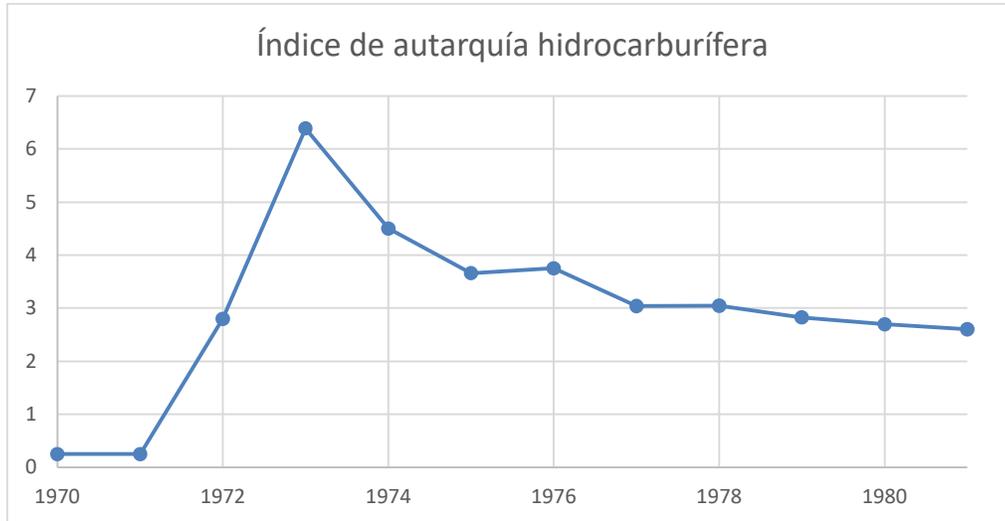
A continuación, se muestran los resultados obtenidos a partir de los diferentes escenarios energéticos del Ecuador desde el pasado hasta la actualidad tomando en cuenta las diferentes consideraciones mencionadas en el apartado anterior, junto esto se sumarán hipótesis energéticas de los caminos óptimos que pudieron haberse tomado para lograr una diversificación de la matriz energética, para esto se dividirá en tres partes oferta, demanda y comparación de los diferentes escenarios energéticos en los años que mostraron un crecimiento o un mayor consumo.

##### 3.1.1 Período 1970-1981

**Oferta:** en el año 1970 del cual se empieza a tener los registros más precisos sobre el consumo energético en Ecuador, los principales periodos los encontramos de 1970-1981, 2003-2014 y finalmente la época actual definida desde 2020-2022.

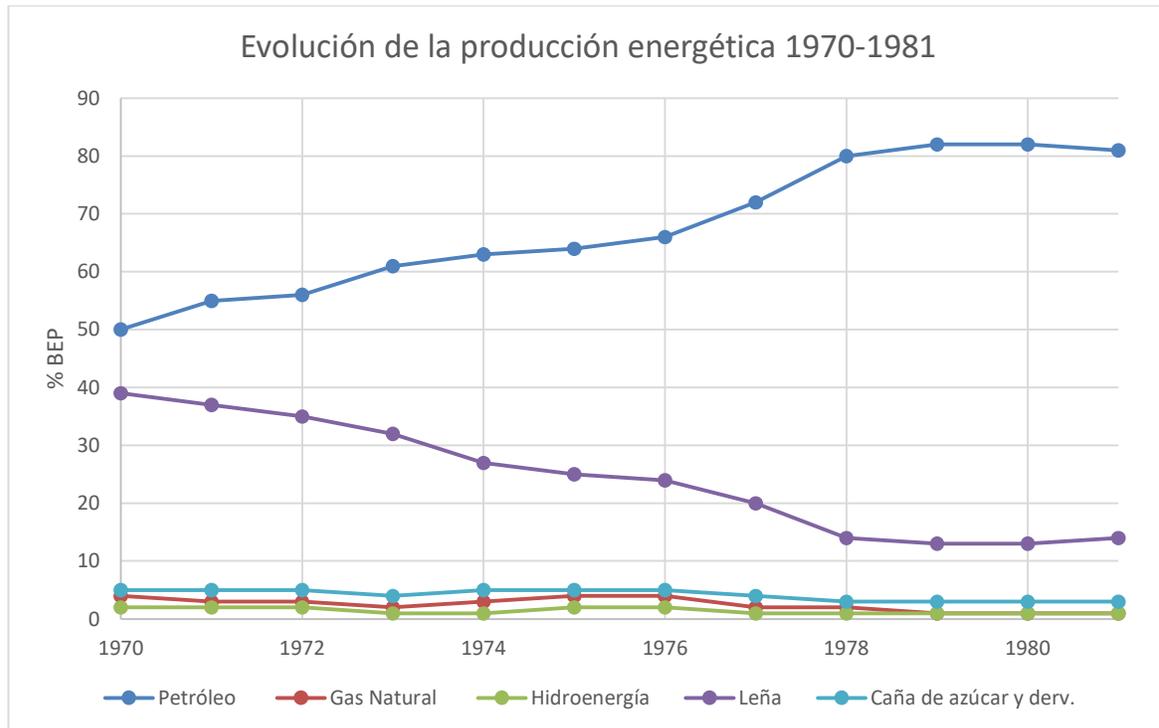
**Período 1970-1981:** este periodo se caracteriza por el boom petrolero en el Ecuador donde se encontró grandes reservas de petróleo en la región amazónica, la explotación comercial comenzó en 1972 con la construcción del oleoducto transecuatoriano, en este periodo el crecimiento económico fue significativo, pero también marco el inicio de una dependencia ya no solo económica sino también energética.

Como se observa en la Figura 3.1, el índice de autarquía hidrocarburífera (autonomía económica) mide la capacidad de un país para satisfacer su demanda interna de hidrocarburos. En 1972, se nota un pico significativo cuando Ecuador alcanzó un índice entre 5 y 10 (50% y 100%), lo que indica que el país podía cubrir una parte considerable de su demanda interna, aunque aún dependía de importaciones para satisfacer completamente sus necesidades energéticas. Este año fue crucial, ya que definió la dinámica económica y energética del país, con una clara dependencia de la explotación y exportación de petróleo. Posteriormente, el índice disminuyó debido a las crecientes importaciones de hidrocarburos, llegando a estar por debajo de 4 (40%).



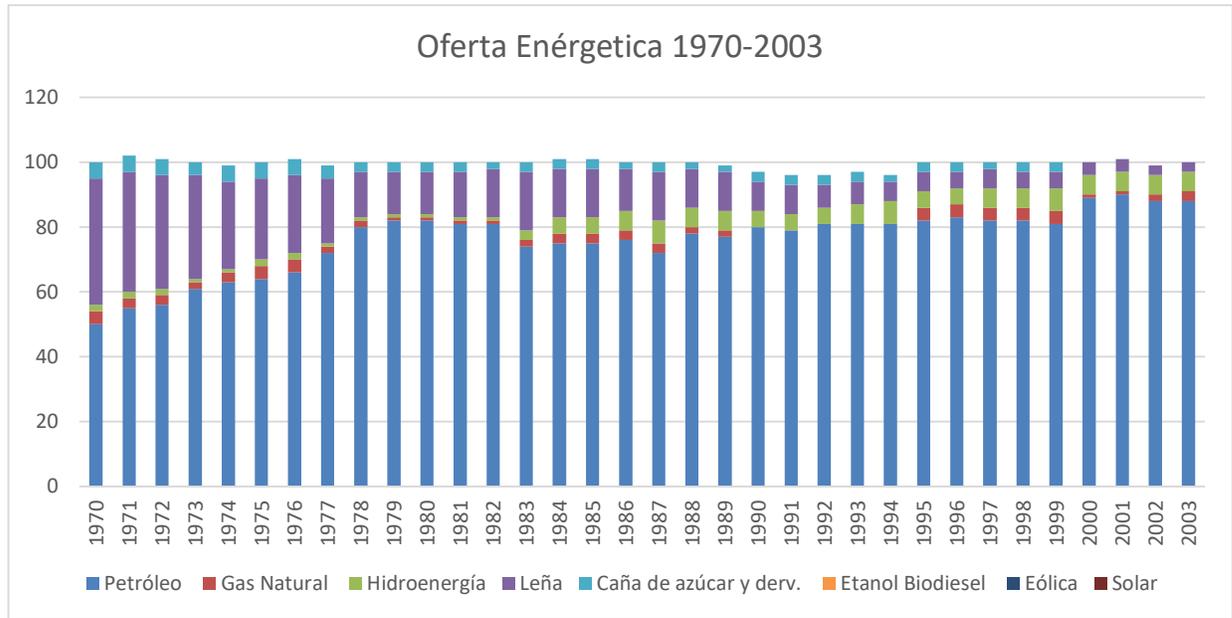
**Figura 3.1** Autonomía económica hidrocarburífera (Fuente propia) (OLADE,2024)

Hasta 1981, esta alta dependencia de importaciones afectó directamente el costo del consumo energético del país, generando fluctuaciones y vulnerabilidades. En la Figura 3.2 observamos como a partir del año 1972 hasta 1981 a medida que el índice de autarquía bajaba como se muestra en la Figura 3.1 el consumo energético en %BEP subía cada vez más, principalmente estos problemas se debían a la falta de gestión de recursos mediante medidas políticas junto a la falta de una organización energética, debido a estos factores marco las principales deficiencias en el accionar ecuatoriano.



**Figura 3.2** Evolución de la producción energética 1970-1981 (Fuente propia) (OLADE, 2024)

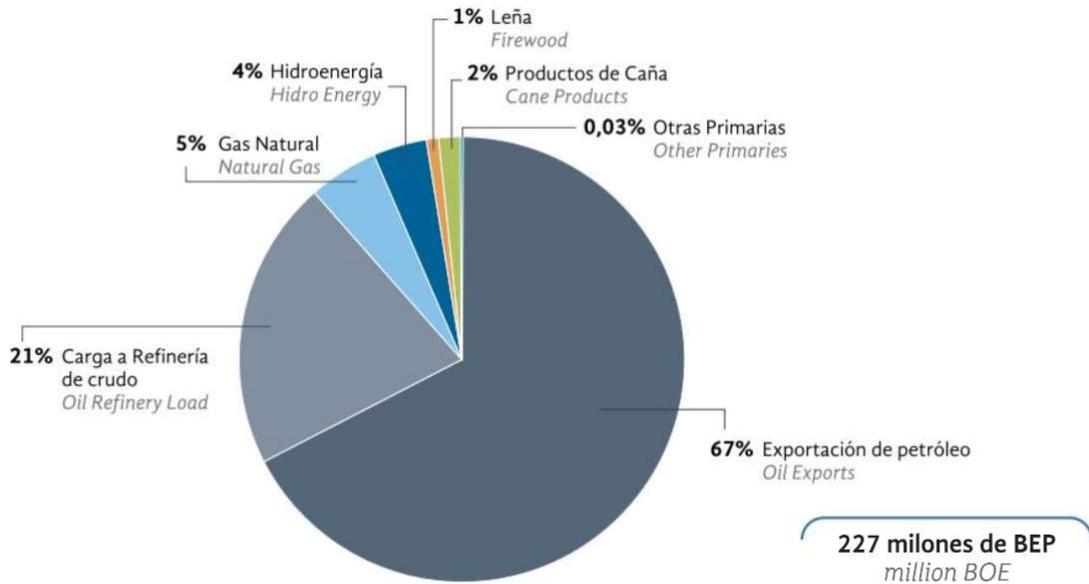
En años posteriores la oferta energética a partir del boom petrolero como se observa en la Figura 3.3 en el apartado de petróleo fue aumentando de tal manera que limitó el desarrollo de otro tipo de energías principalmente de las ERNC dado que el país al tener una alta dependencia económica y energética al petróleo, producción de energía como la eólica, solar, hidroeléctrica todas estas principalmente en el apartado de generación eléctrica no lograron una diversificación significativa en la matriz energética ecuatoriana teniendo mínimos aportes comparados con el aporte de energía primaria que brindaba el petróleo y sus derivados en el alcance de los diferentes sectores en los que se usaba.



**Figura 3.3** Oferta Energética 1970-2003 (Fuente Propia) (OLADE, 2024)

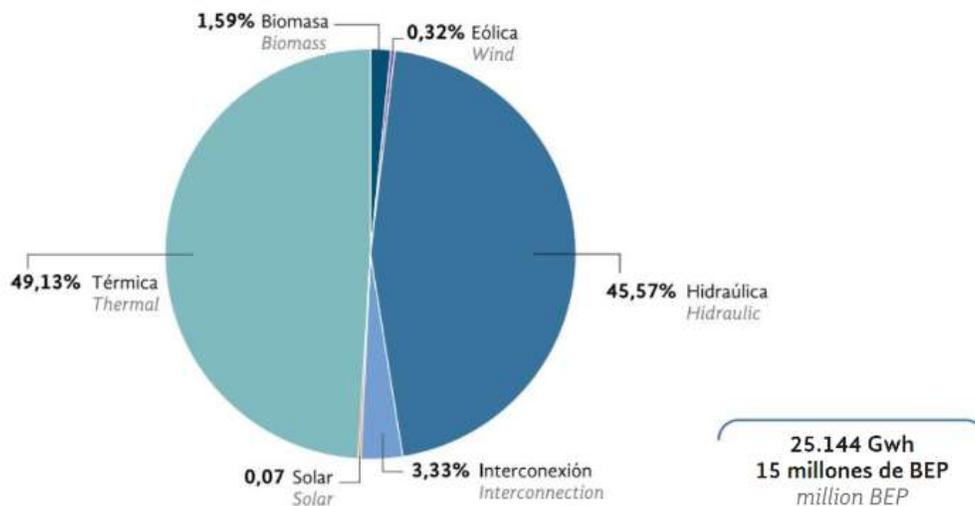
### 3.1.2 Período 2003-2014

**Período 2003-2014:** Este periodo también se vuelve relevante dentro de la historia energética del Ecuador dado que se caracteriza principalmente por el aumento de los precios del petróleo en los mercados internacionales lo que llevó nuevamente a un auge económico, este impacto directo en la economía causó un refuerzo en la dependencia petrolera y sus derivados principalmente energéticamente, para estas épocas el desarrollo de la tecnología a nivel internacional respecto a ERNC tenía avances progresivos en Ecuador la matriz energética no mostró mayor diversificación como se observa en la Figura 3.4 la matriz energética 2014



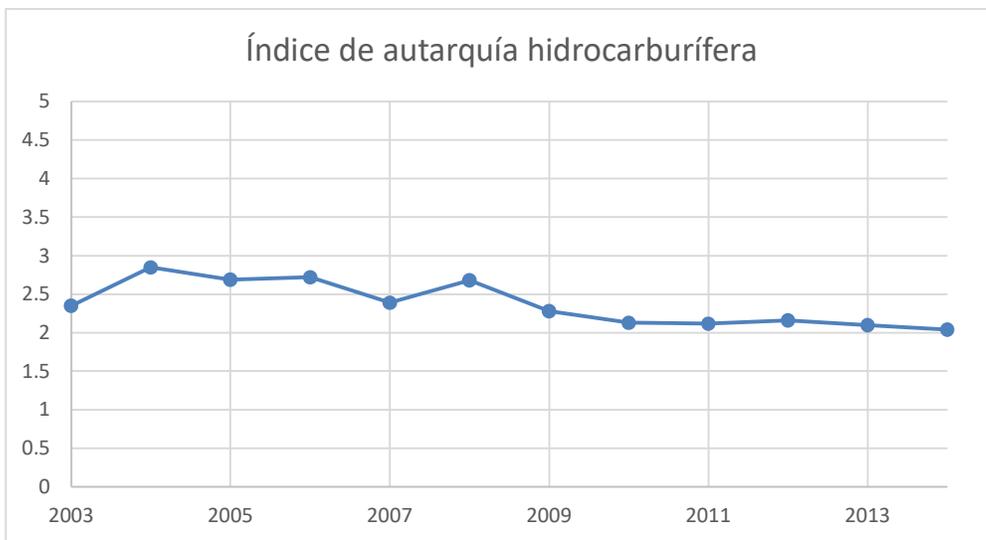
**Figura 3.4** Matriz energética ecuatoriana 2014 (MEM, 2015)

A nivel energético el auge económico es este periodo represento una detracción en el creciente potencial energético de las ERNC como se observa en la Figura 3.5 el aporte de estas en materia de generación eléctrica era mínimo como ya se mencionó previamente debido al auge económico, aquí se observa la energía térmica brindaba el 49.13% de aporte en generación eléctrica debido a que su principal combustible para este proceso de generación era el bunker teniendo más participación aunque la energía hidráulica que a pesar de existir un vasto potencial energético en Ecuador de esta seguía siendo superada por las termoeléctricas a base de bunker en el país.

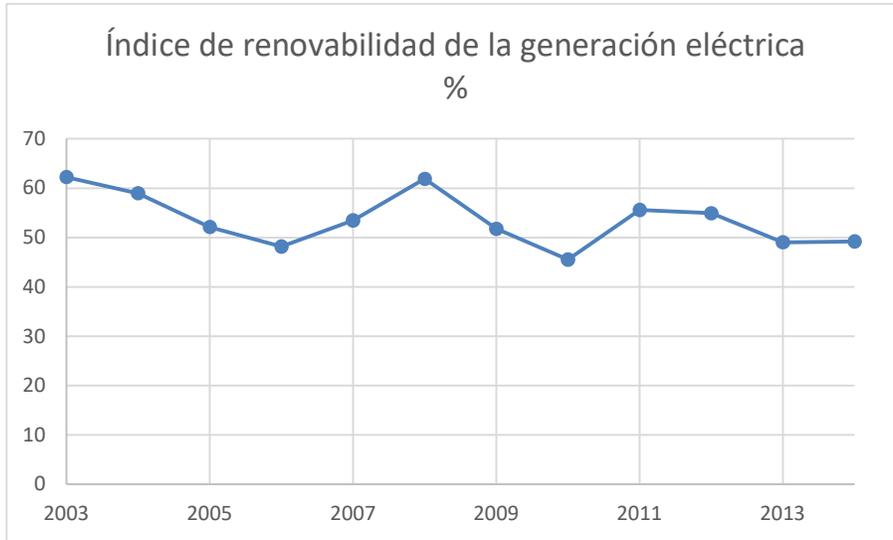


**Figura 3.5** Estructura de generación eléctrica 2014 (MEM, 2014)

Para este período el índice de autarquía hidrocarburífera mostro una caída esto nos indica que la dependencia de las importaciones de hidrocarburos aumento, esto también debido al crecimiento demográfico y tecnológico en el país dado que en el sector transporte como se ha visto a lo largo del país es el mayor consumidor de hidrocarburos teniendo un índice por debajo de 3 (30%) la demanda interna del país creció a tal nivel que la oferta de la propia producción no daba abasto suficiente a nivel energético una diferencia alta respecto al aporte económico que este período represento en Ecuador, como se observa en el índice de renovabilidad energética en la Figura 3.7 en el año 2003 tuvo un ligero aumento pero al llegar al 2014 en la alza del petróleo en el mercado internacional dicho índice que es aquel que en parte representa la contribución de las ER entre estas las ERC y ERNC en materia de generación eléctrica bajo casi 12% teniendo menos del 50 % siendo un claro indicativo de la falta de inversión, planificación, diversificación energética. Dichos índices son aquellos que nos brindan una perspectiva más clara ya no solo de manera energética sino de la gestión de la misma también en su incidencia directa en la economía del país ya que como se mencionó las diferentes caídas del mismo principalmente en el índice de autarquía nos dice que para dichos años el incremento de la importación de derivados del petróleo aumento para poder satisfacer la necesidad interna dando a entender que gran parte de la inversión energética en desarrollo de las ERNC fue invertida en la necesidad petrolera del país, esto es uno de los claros indicativos existentes de la dependencia que el país presento desde los conocidos auges petroleros.

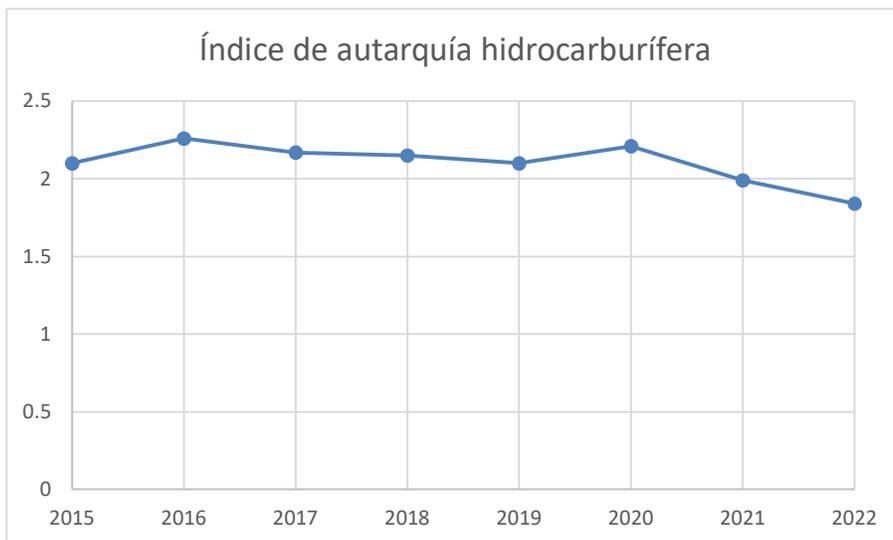


**Figura 3.6** Índice de autarquía hidrocarburífera (Fuente Propia) (OLADE, 2024)



**Figura 3.7** Índice de renovabilidad de la generación eléctrica (Fuente Propia) (OLADE, 2024)

### 3.1.3 Período 2020-2022

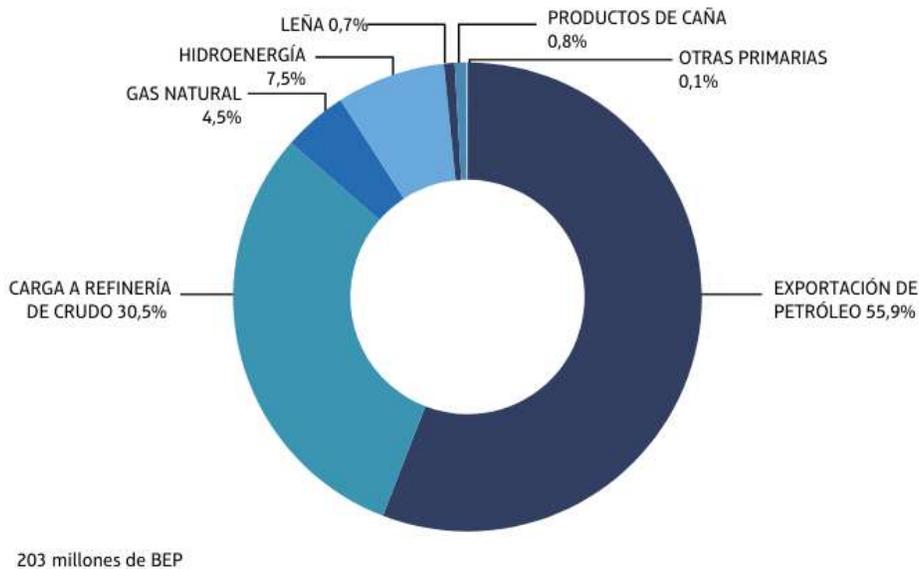


**Figura 3.8** Índice de autarquía hidrocarburífera (Fuente Propia) (OLADE, 2024)

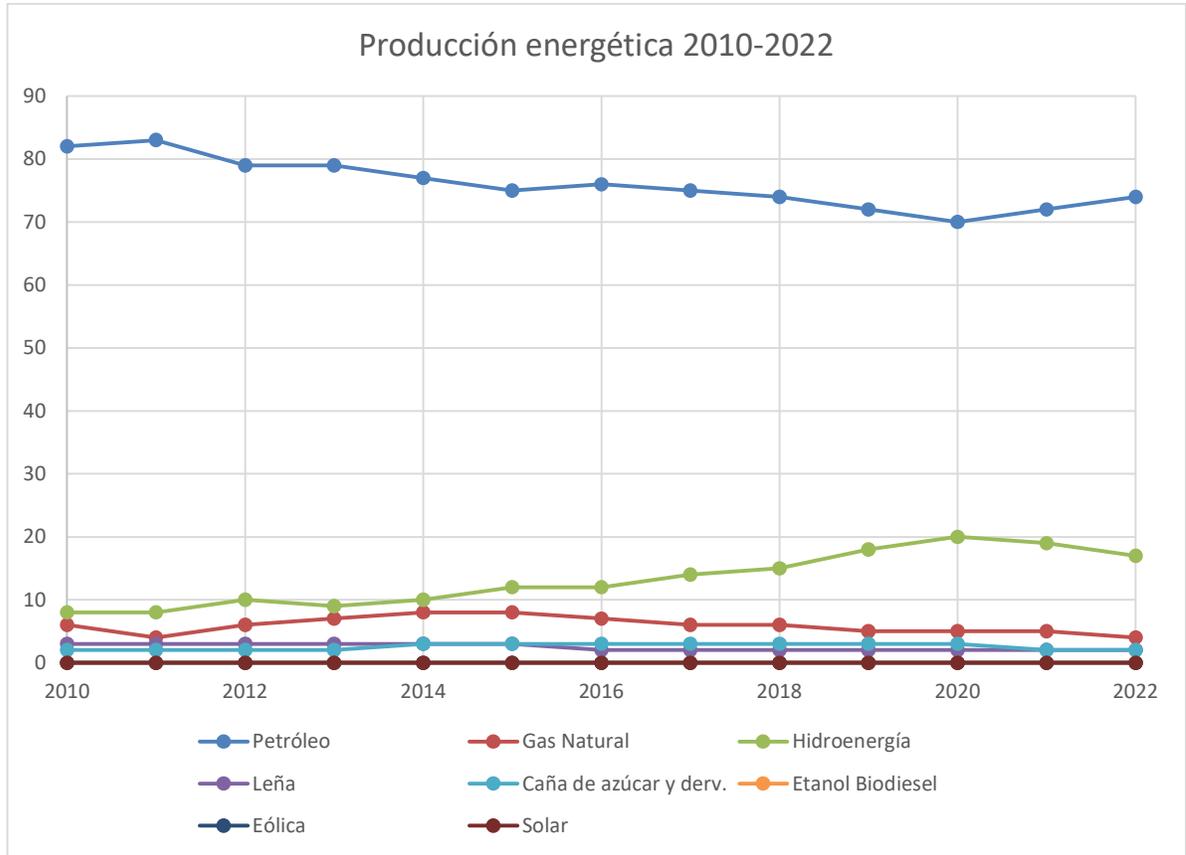
**Período 2020-2022:** Este período describe la actualidad de la oferta del panorama energético del Ecuador en el cual encontramos el total de las acciones energéticas tomadas desde periodos previamente analizados, para el actual panorama se debe tener en cuenta los diferentes factores políticos, sociales, económicos y ambientales. Empezando con el análisis del índice de autarquía hidrocarburífera el cual nos da una perspectiva más clara del paso del país respecto a su dependencia energética con el petróleo teniendo en cuenta que en este período tenemos un caso atípico este dado a finales del 2019 e inicios del 2020 respecto a la pandemia de COVID-19 que a nivel

internacional causo un impacto social, político y energético que como podemos ver en la Figura 3.8 desde el 2015 hasta 2020 mantuvo cierto tipo de constancia entre 2 y 3 (20 y 30%) lo cual es claro indicador que la producción de petróleo a nivel nacional bajo a partir del 2020 dado que en años posteriores 2021-2022 el índice bajo a 1.84 (10% aproximadamente) dándonos a entender que la capacidad de satisfacer las necesidades del país de tal manera que aumento el grado de dependencia de las importaciones de hidrocarburos, a esto se le suma el cambio climático extremo debido al aumento de emisiones de CO2 como se había mostrado con anterioridad en este documento, lo cual a causado el inicio de problemas energéticos debido a los estiajes en los principales ríos del país, el panorama actual desde 2022-2024 se empezaron a presentar problemas en generación eléctrica.

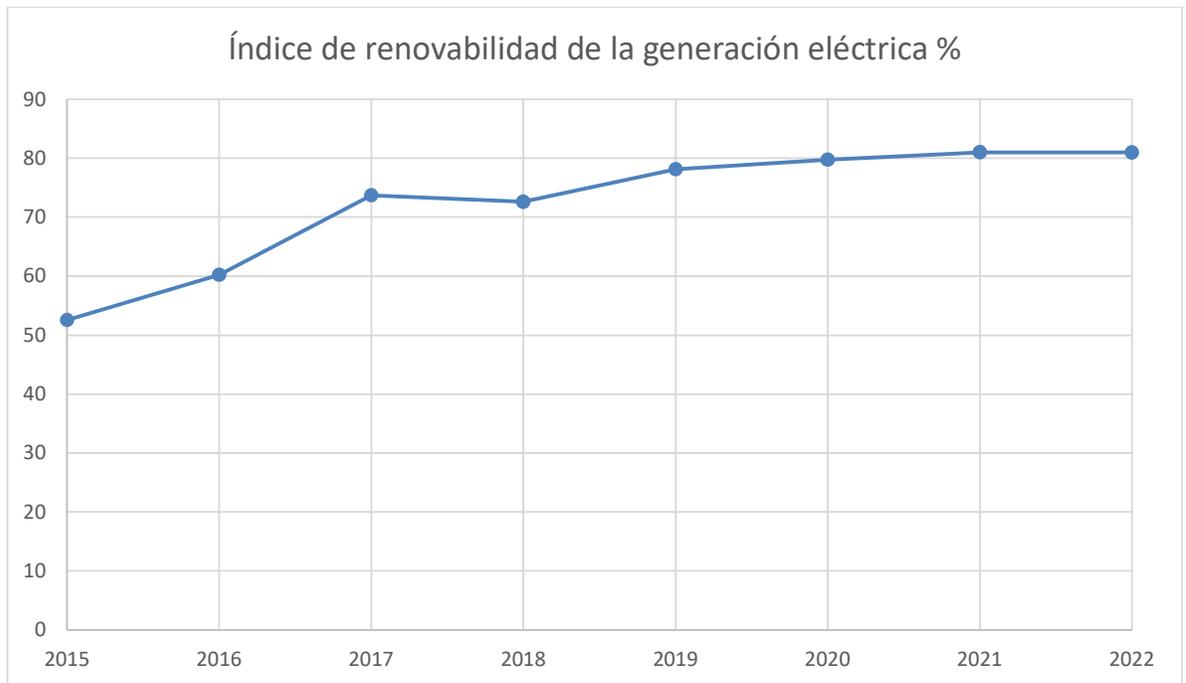
Como se observa en la Figura 3.9 y en la Figura 3.10 para el año 2022 por los problemas mencionados previamente la producción energética respecto a la energía eléctrica bajo teniendo en cuenta que el 2020 es un año atípico, para este punto la diversificación de la matriz energética ecuatoriana en materia de generación eléctrica presento un aumento.



**Figura 3.9** Producción de energía primaria (MEM,2024)



**Figura 3.10** Producción energética 2010-2022 (Fuente Propia) (OLADE,2024)



**Figura 3.11** Índice de renovabilidad de la generación eléctrica (Fuente Propia) (OLADE, 2024)

En la Figura 3.11 podemos observar el índice de renovabilidad energética existe un crecimiento de este indicador con lo cual se ha visto presente que las políticas energéticas y acciones tomadas han empezado a impulsar el crecimiento de la ERNC como se mencionó previamente en este documento varios proyectos con gran potencial en materia de generación como lo son energía solar, eólica, biomasa entre otros están tomando camino a implementar una diversificación energética en los años venideros, con esto se podría empezar a plantear los primeros pasos para que el país logre una independencia energética dado que como se ha visto a lo largo de los años los pilares económicos políticos y sociales han girado alrededor del campo petrolero aunque es difícil eliminar en su totalidad dicha dependencia esta si puede ser disminuida significativamente lo cual representaría un avance tecnológico respecto al aprovechamiento de las ERNC.

### 3.1.4 Demanda

En este análisis tenemos en cuenta temas previos mostrados en este documento precisando los sectores finales del uso de la energía dado que son estos los que determinan la dinámica de cómo se comporta el mercado energético según las necesidades del país principalmente vamos a tener en cuenta sectores como el transporte dado que este desde la década de los 70s ha presentado un gran crecimiento dejando la principal huella de consumo energético del país a base de derivados de petróleo así mismo marcado el principal aporte en la emisión de gases.

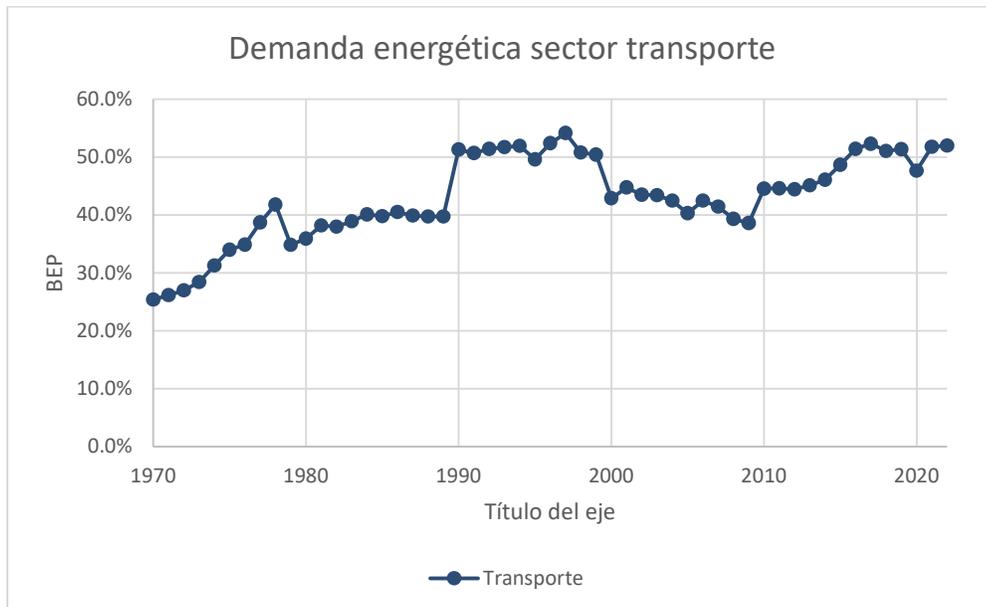
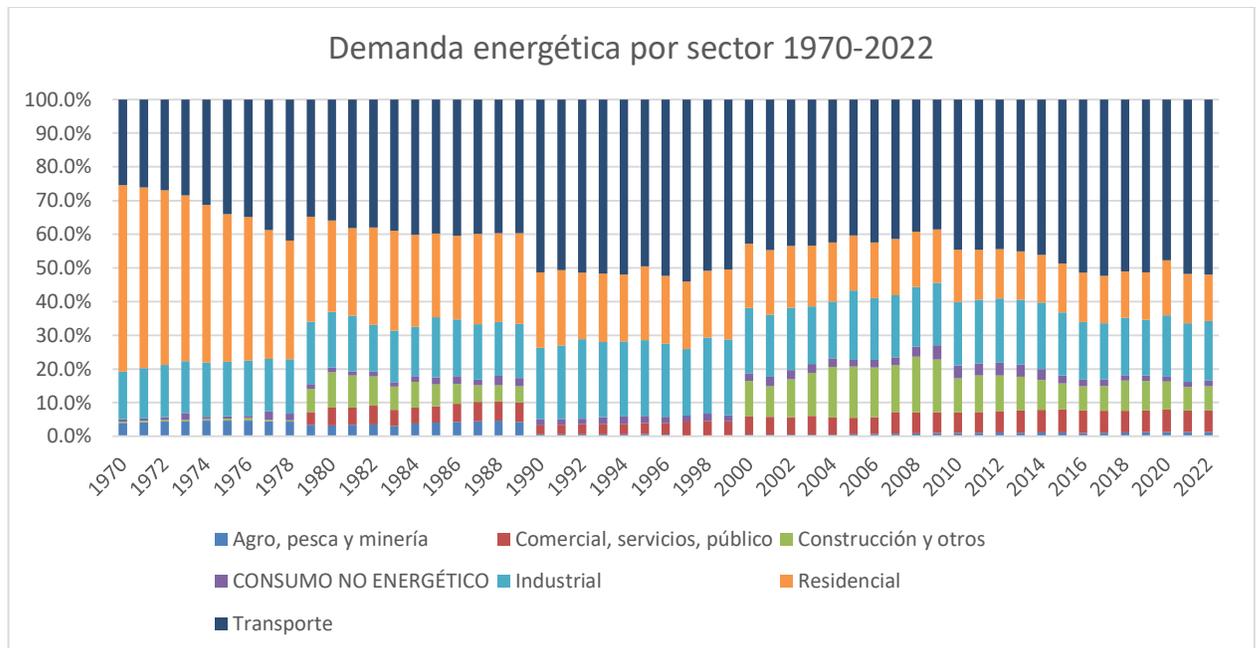


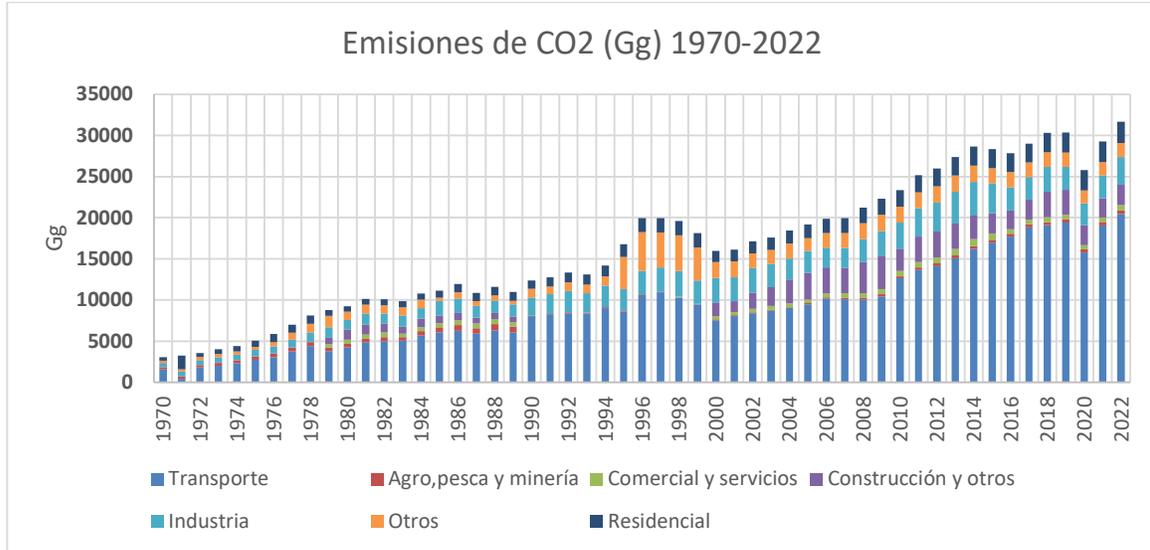
Figura 3.12 Demanda energética sector transporte (Fuente Propia) (OLADE, 2024)

En la Figura 3.12 podemos apreciar como desde 1970 a pesar de presentar caídas en ciertos años esto debido a diferentes factores el sector transporte es el sector que más demanda ha presentado a lo largo de la historia energética del país, en el panorama actual nos encontramos una problemática que marca una tendencia a que la demanda en este sector siga aumentando en vez de disminuir como se mostró previamente en este documento en los últimos años se ha presentado acuerdos ministeriales que impulsan el crecimiento de las ERNC pero una de las carencias existentes aquí en materia energética parte de la falta de gestión en el sector transporte existiendo gran diferencia con otros sectores energético como se muestra en la Figura 3.13 donde el sector que le sigue respecto a demanda energética termina siendo el sector residencial principalmente que exige energía eléctrica la misma que principalmente se genera a partir de hidroeléctricas, termoeléctricas y un bajo porcentaje de ERNC, las cuales hoy en día representan una vía para lograr abastecer las necesidades de una población creciente.



**Figura 3.13** Demanda energética por sector 1970-2022 (Fuente Propia) (OLADE, 2024)

Como se puede observar en la Figura 3.14 a lo largo de los años la alta dependencia de los derivados de petróleo en el país añadido a la falta de regulaciones ha empezado a marcar un claro aporte de emisiones de CO2 esto debido a la alta demanda energética de los diferentes sectores principalmente Transporte y Residencial. Podemos sumar la falta de integración de ERNC en estos sectores que como ya se mencionó poco a poco pueden disminuir la demanda de los principales sectores haciendo que a nivel ambiente estos sean sostenibles mejorando la gestión y diversificación energética del país.



**Figura 3.14** Emisiones de CO2 1970-2022 (Fuente Propia) (OLADE, 2024)

Como se pudo observar a lo largo de este documento y sus diferentes panoramas la demanda energética a diferentes niveles ha tenido un gran impacto debido al crecimiento demográfico y tecnológico del país esto sumando a la dependencia social política y económica que tiene el país con el petróleo. Causando que el crecimiento de las ERNC en los diferentes sectores energéticos del Ecuador no se desarrolle al paso esperado teniendo en cuenta nivel tecnológico mundial. Para el panorama actual presente en materia de generación eléctrica existen diferentes proyectos que en el futuro representaran los primeros pasos en la diversificación de la matriz energética ecuatoriana planteado la principal entidad encargada de impulsar es el Ministerio de Energía y Minas. Se observó en la planificación energética tanto a nivel de EC, ERC y ERNC, están necesitaran un impulso por parte del sector privado, datos que a nivel internacional ya se han planteado como en la COP27 cumbre de Egipto donde uno de los principales retos para lograr la implementación a gran escala de las energías limpias se presentaría en economías en desarrollo por la carencia de inversión privada. Una vez observado el pasado energético del Ecuador la falta de un plan maestro desde los primeros pasos energéticos a gran escala fue poniendo en una posición de innumerables riesgos al país a nivel económico y energético.

## 3.2 Conclusiones

En el presente trabajo se realizó el análisis de la historia energética del Ecuador desde el pasado hasta la actualidad recabando información desde el año 1970 a 2022 dividido en diferentes ramas que sirvieron para encontrar detalles del panorama energético del Ecuador a lo largo de tiempo junto esto a la observación y análisis de la matriz energética del país, a esto se añadió los diferentes problemas políticos, sociales, económicos que han existido en la implementación de nuevas producciones energéticas, pasando al análisis de las posibles soluciones a dichas problemáticas.

Al recabar información histórica sobre la matriz energética ecuatoriana previo a al conocido boom petrolero en Ecuador en 1972 se pudo observar el principal comportamiento y problemática que tendría el país a partir de este punto.

Aquí se marcaría la gran dependencia económica, energética, en los años posteriores a 1972, la investigación de las diferentes matrices energéticas el país presentó un claro dominio del petróleo junto con sus derivados los cuales al tenían uso final en los principales sectores de consumo.

Marcándose un uso mayoritario en el sector transporte seguido de este el residencial, esta carencia de la diversificación en la matriz ecuatoriana represento un retraso tecnológico en el desarrollo de las diferentes energías renovables que iban teniendo crecimiento a nivel internacional. La marcada dependencia del petróleo principalmente en el transporte disparo las emisiones de gases, que aportaron al cambio climático del cual en la actualidad aportado a los problemas a nivel climático que atraviesa el país como principalmente se notó en la generación de energía eléctrica dado que en los reportes energéticos la generación a base hidroeléctrica por el fenómeno de estiajes en las principales centrales hidroeléctricas del país.

Uno de los casos atípicos presentado en el período 2020 marco un crecimiento en el uso de las ERNC debido a la pandemia de COVID-19 donde diferentes sectores recurrieron a planes energéticos estratégicos para satisfacer la necesidad emergente en esa situación.

Se observa a lo largo de la historia energética del país y el avance de estudios energéticos poco a poco se ha ido encontrando que varias de las ERNC tienen potencial para diferentes proyectos como los que el país a través de diferentes organismos principalmente el ministerio de energía y minas que ha sido el encargado de entregar información energética del país a esto encontramos uno de los grandes problemas planteados para el crecimiento de las ERNC.

En la COP 27 uno de los principales temas de estudio fue como luchar con el cambio climático y el desarrollo de las ERNC donde el impulso y crecimiento de las mismas será mucho más difícil en economías en desarrollo así mismo en la descarbonización de sus economías para esto conseguir apoyo gubernamental junto al privado, principalmente en el

sector gubernamental se necesita apoyo en planificación y gestión política en tanto al privado fuertes cantidades de dinero dado que a pesar del avance tecnológico las ERNC no se encuentran desarrolladas en su totalidad para lo cual la viabilidad de proyectos a gran escala se vuelve un segundo plano para economías en desarrollo dependientes de los hidrocarburos a nivel energético y económico como Ecuador.

Razón por la cual estos análisis nos hacen saber que a pesar del claro potencial si no se ejecuta un plan debidamente diseñado la diversificación de la matriz energética con mayor aporte de la ERNC tomara más tiempo.

Teniendo gran información del pasado y el presente del Ecuador al observar los problemas energéticos en la actualidad se puede estimar que existía la posibilidad de crear planes de contingencia para los diferentes problemas en generación eléctrica.

A pesar de esto durante las últimas décadas es evidente mas no justificable los constantes retrasos en planes de implementación en materia energética principalmente en la optimización y repotenciación de la principales hidroeléctricas junto al notable retraso de los proyectos de ERNC, esto sumando a que en las décadas donde existió mayor beneficio económico la notable inestabilidad en políticas energéticas causo mayores retrasos.

La creciente oferta y demanda de energía principalmente eléctrica en los diferentes sectores de su consumo, es donde se encuentra un alta probabilidad para la urgencia creciente de la implementación de ERNC donde la posibilidad de una participación más activa de dichas energías como lo son Solar, Minihidráulica, Eólica, Biomasa, que son aquellas con mayor potencial pueden ser la solución a problemas energéticos que si no tienen cambios progresivos a lo largo del tiempo una descarbonización en la economía no será posible y seguirá existiendo una alta problemática en la dinámica económica, energética del país dado que el petróleo como recurso finito presentara un obstáculo a resolver a futuro con grandes desafíos.

### **3.3 Recomendaciones**

Con el fin de realizar un análisis con mayor detalle se puede realizar un análisis con una prospectiva de dos escenarios con lapsos de tiempo a 5 o 10 años dado que como se observado los diferentes cambios notables en la matriz energética del Ecuador darán un mejor análisis de cómo se puede llegar a una implantación de las ERNC viable económica y energéticamente en el país.

A partir de análisis económicos e índices de sostenibilidad se podría llegar a resultados mucho más precisos que determinarían la viabilidad y probabilidad de éxito de los diferentes proyectos planteados recientemente por los principales organismos gubernamentales del país encontrando así las principales fuentes de demanda y creando una oferta que redireccione la eficiencia energética y el uso de ERNC en el país.

Con el uso de modelos energéticos de países desarrollados se puede encontrar las principales problemáticas debilidades y fortalezas en materia energética dado que esto nos brindaría información más acertada sobre implantación de políticas energéticas u opciones como el desarrollo de la eficiencia energética a partiendo del uso de las ERNC.

## 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acciona. (2020). *Acciona*. Obtenido de Acciona : [https://www.acciona.com/es/energias-renovables/?\\_adin=02021864894](https://www.acciona.com/es/energias-renovables/?_adin=02021864894)
- ARC. (2015). *Inventario de Recursos Energéticos del Ecuador con Fines de Producción Eléctrica*. Obtenido de [https://rise.esmap.org/data/files/library/ecuador/Energy%20Efficiency/Ecuador\\_Energy](https://rise.esmap.org/data/files/library/ecuador/Energy%20Efficiency/Ecuador_Energy)
- Acuerdo de París (2015) Naciones Unidas. "Acción por el Clima" Obtenido de: <https://www.un.org/es/climatechange/paris-agreement>
- Ecuatoriano, A. d. (2022). *Control de Recursos y Energía*. Obtenido de Control de Recursos y Energía : <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/04/Atlas2021.pdf>
- Endara, M. G. (Diciembre de 2018). *usfq.edu.ec*. Obtenido de usfq.edu.ec: [https://www.usfq.edu.ec/sites/default/files/2020-07/enfoque\\_2018\\_12.pdf](https://www.usfq.edu.ec/sites/default/files/2020-07/enfoque_2018_12.pdf)
- BBC News, (2024) *Ecuador: la insólita decisión de suspender durante 2 días la jornada laboral por la crisis energética que vive el país* -. Retrieved June 19, 2024, from <https://www.bbc.com/mundo/articulos/c88zyl70gx3o>
- CERES. (16 de Mayo de 2022). *Hablemos de Cambio*. Obtenido de Hablemos de Cambio: [https://www.primicias.ec/nota\\_comercial/hablemos-de/cambio/buenaspracticasp/paneles-solares-una-oportunidad-sostenible-que-ecuador-puede-aprovechar/#gsc.tab=0](https://www.primicias.ec/nota_comercial/hablemos-de/cambio/buenaspracticasp/paneles-solares-una-oportunidad-sostenible-que-ecuador-puede-aprovechar/#gsc.tab=0)
- Arancibia Bulnes, C., & Best y Brown, R. (2010). *Energía del Sol*. Obtenido de: [https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/61\\_2/PDF/EnergiaSol.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/61_2/PDF/EnergiaSol.pdf)
- Agencia de Regulación y control de Energía y Recursos No Renovables. ARCERNR. (2022). *Atlas del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2021*. Quito. Obtenido de <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/04/Atlas2021.pdf>
- Atlas Solar del Ecuador*. (2008). Quito: Coporación para la Investigación Energética. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/65653836/Atlas-Solar-Ecuador#>
- Barragán Llanos, R., & Llanes Cedeño, E. (17 de Agosto de 2020). *La Generación de Energía Eléctrica para el Desarrollo Industrial en el Ecuador a partir del uso de las Energías Renovables*. Obtenido de Universidad, Ciencia y Tecnología: <https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/364/759>
- CELEC(2017). Corporación Eléctrica del Ecuador. Hidrotoapi. <https://www.celec.gob.ec/hidrotoapi/index.php/toachi-pilaton/informacion-general>
- Carcelén, J., Prietocarrizosa, P., & Uría, S. (2022). Energía geotérmica en Ecuador, condiciones actuales y necesidad de una legislación específica. *Iuris Dictio*, 16.
- Castro, J. (2011). *Perspectivas de la demanda energética global*. Instituto de Planeamiento Estratégico (IPE). Obtenido de <https://www.petrotecnica.com.ar/febrero2011/sin/Demanda.pdf>
- Cayetano Espejo, M., García Marín, R., & Guerrero Aparicio, A. (2017). *El resurgimiento de la energía minihidráulica en España y su situación actual*. Obtenido de Scielo: [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34022017000200007&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34022017000200007&script=sci_arttext)
- Conserve Energy Future. (2023). Obtenido de <https://www.conserve-energy-future.com/pros-and-cons-of-wind-energy.php>: <https://www.conserve-energy-future.com/pros-and-cons-of-wind-energy.php>
- Energy Tracker Asia. (9 de Febrero de 2023). *The Pros and Cons of Hydrogen Energy*. Obtenido de <https://energytracker.asia/pros-and-cons-of-hydrogen-energy/#:~:text=Hydrogen%20energy%20has%20many%20pros,in%20the%20global%20energy%20transition.>
- Espinoza, V., Fontalvo, J., Martí-Herrero, J., & Ramírez, P. (2019). Future oil

- extraction in Ecuador using a Hubbert approach. *Elsevier*, 15.
- Flores González, F., & Montañón Ramón, H. (Junio de 2016). *Modelo para toma de decisiones para la implementación de proyectos de generación eléctrica mediante energía geotérmica: Caso Ecuador*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana de Cuenca: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12755/1/UPS-CT006620.pdf>
- Flores Trejo, D. E., Fung González, M., & Barragán López, A. (2011). *Energía Solar, una Energía Alternativa Ante el Cambio Climático*. Juárez. Obtenido de <https://revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab/article/view/367/290>
- Hari Semesta*. (2011). Obtenido de <https://harisemesta.wordpress.com/2011/03/28/software-perencanaan-energi-leap/>
- Haro Estrella, L. (2022). *FACTOR DE EMISIÓN DE CO2 DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO DE ECUADOR – INFORME 2021*.
- IEA. (25 de Mayo de 2023). *Global investment in clean energy is on course to rise to USD 1.7trillion in 2023, with solar set to eclipse oil production for the first time*. Obtenido de IEA: <https://www.iea.org/news/clean-energy-investment-is-extending-its-lead-over-fossil->
- INECEL. (2006). *Estudio del potencial Solar y Eólico del Ecuador*. Quito: Instituto Nacional de Electricidad.
- IRENA. (2022). *Renewable Capacity Statistics 2022. /Publications/2022/Apr/Renewable-Capacity-Statistics-2022, 20–22. /publications/2022/Apr/Renewable-Capacity-Statistics-2022*
- Iñesta Burgos, J., & García Fernández, P. A. (2002). *Energía Eólica*. Madrid: Madridinnova. Obtenido de <https://www.fenercom.com/wp-content/uploads/2019/05/recorrido-de-la-energia-energia-eolica.pdf>
- Lloret, A., & Labus, J. (2014). Short Course VI on Utilization of Low- and Medium-Enthalpy Geothermal Resources and Financial Aspects of Utilization. *United Nations University*, 499. Obtenido de Geothermal development in Ecuador: <http://collections.unu.edu/eserv/UNU:5544/ESSC2014.pdf>
- MEER. (2013). *Atlas Eólico del Ecuador con fines de generación eléctrica*. Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/355204005/ATLAS-EOLICO-ECUADOR-MEER-2013-pdf>
- MEER. (2014). *Atlas Bioenergético del Ecuador*. Quito: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/384245282/Atlas-Bioenergetico-Del-Ecuador>
- MEER. (2015). *Elaboración de la Prospectiva Energética del Ecuador 2012-2040*. Quito: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.
- Ministerio de Energía y Minas. MEM. (2022). *Balance Energético Nacional*. Quito: Obtenido de [https://www.rekursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2022/08/Balance\\_Energe%CC%81tico\\_Nacional\\_2021-VF\\_opt.pdf](https://www.rekursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2022/08/Balance_Energe%CC%81tico_Nacional_2021-VF_opt.pdf)
- Ministerio de Energía y Minas*. MEM. (2020).: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/09/Balance-Energetico-Nacional-2020-Web.pdf>
- Ministerio de Energía y Minas*. MEM. (2013).: [https://www.celec.gob.ec/wp-content/uploads/08/Balance-Energetico-Nacional-BEN-2013\\_.pdf](https://www.celec.gob.ec/wp-content/uploads/08/Balance-Energetico-Nacional-BEN-2013_.pdf)
- Ministerio de Energía y Minas*. MEM. (2015).: [https://www.celec.gob.ec/wp-content/uploads/Balance-Energetico-Nacional-BEN-2015\\_.pdf](https://www.celec.gob.ec/wp-content/uploads/Balance-Energetico-Nacional-BEN-2015_.pdf)
- Ministerio de Energía y Minas*. MEM. (2018).: [https://www.celec.gob.ec/wp-content/uploads/Balance-Energetico-Nacional-BEN-2018\\_.pdf](https://www.celec.gob.ec/wp-content/uploads/Balance-Energetico-Nacional-BEN-2018_.pdf)
- MERNNR. Ministerio de energía y recursos naturales no renovables (2019). *Balance Energético Nacional*. Quito : Ministerio de Energías .
- MERNNR. (2021). Anexo-Ajustes del capítulo 4. En M. d. Renovables, *Plan Maestro de Electricidad*. Obtenido de <https://www.rekursosyenergia.gob.ec/wp->

- content/uploads/2021/08/Ajustes-tablas-PME.pdf
- MERNNR. (2021). *Plan Estratégico Institucional 2021-2025*. Quito: Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables.
- MERNNR. (2021). *Proyectos Bloque ERNC I 500 MW*. Ministerio de Energías y Recursos Naturales No Renovables. Obtenido de <https://proyectos.energiayminas.gob.ec/descargaDocumento.php?nombre=brochoureBloqueERNC.pdf&path=bloqueErnc>
- Ministerio de Energía Chile. (2015). *¿Qué son las Energías Renovables?* Obtenido de Ministerio de Energía: <https://energia.gob.cl/educacion/que-son-las-energiasrenovables#:~:text=Por%20otra%20parte%2C%20en%20el,la%20energ%C3%ADa%20de%20los%20mares>
- Morán, C. O. Q., Fonseca, K. V. P., Apuntes, A. P. S., Sevillano, A. G. G., Bravo, Á. J. V., & Gavilanes, F. E. Z. (2019). Energía hídrica en el Ecuador. *Ciencia Digital*, 3(2.6), 219–237. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i2.6.560>
- NDC Partner. (2018). *Long-Range Energy Alternatives Planning System (LEAP)*. Obtenido de <https://ndcpartnership.org/toolbox/long-range-energy-alternatives-planning-system-leap%C2%A0>
- OLADE. (2017). *Manual de Planificación Energética*. Quito.
- OLADE. (2020). *SAME*. Obtenido de <https://www.olade.org/same/>
- OSeMOSYS. (2018). Obtenido de <https://osemosys.readthedocs.io/en/latest/manual/Creare%20a%20model%20in%20OS%20eMOSYS.html>
- OSeMOSYS. (2021). *Open Source Energy Modelling System*. Obtenido de <http://www.osemosys.org/>
- Parker, J. (16 de Marzo de 2023). *Build a Stash*. Obtenido de Advantages and Disadvantages Biofuels: <https://biofuels#:~:text=Advantages%20of%20biofuels%20are%20that,mismanagement%2C%20and%20are%20climate%20dependent>
- Peláez Samaniego, M., & Espinoza Abad, J. (2015). *Energías Renovables En El Ecuador*. Cuenca ResearchGate. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/291356953\\_Energia\\_solar\\_en\\_el\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/291356953_Energia_solar_en_el_Ecuador)
- Revista Líderes. (2013). *Generación no tradicional aporta poca energía al Ecuador*. Obtenido de <https://www.revistalideres.ec/lideres/generacion-tradicional-aporta-energia-ecuador.html>
- Spiegeler, C., & Cifuentes, J. (2009). Definición e información de Energías Renovables. *Escuela de Estudios de Postgrado*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/35294536.pdf>
- Villate, J. L. (2009). *La Energía del Mar*. Obtenido de [https://www.bizkaia21.eus/fitxategiak/09/bizkaia21/Territorio\\_Sostenible/dokumentuak/20100831170303081\\_primavera\\_2009\\_16.pdf?hash=c74956cf344832cf06aa7047ea465026](https://www.bizkaia21.eus/fitxategiak/09/bizkaia21/Territorio_Sostenible/dokumentuak/20100831170303081_primavera_2009_16.pdf?hash=c74956cf344832cf06aa7047ea465026)
- Vivanco, E. (Agosto de 2020). Energías renovables y no renovables. *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*, 9. Obtenido de [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/29102/1/B\\_CN\\_Energia\\_a\\_renovable\\_y\\_no\\_renovable\\_ventajas\\_y\\_desventajas\\_final.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/29102/1/B_CN_Energia_a_renovable_y_no_renovable_ventajas_y_desventajas_final.pdf)