

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACION



TESIS MONOGRAFICA PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO ELECTRICO.

TITULO:

**“EVALUACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE ENERGÍAS RENOVABLES EN NICARAGUA Y COMPARACIÓN DE SU AVANCE A NIVEL CENTROAMERICANO EN EL PERIODO 2016-2019”.**

AUTORES:

Br. MICHELLE DAYANARA AROSTEGUI MORAZAN

Br. HUMBERTO ENRIQUE ACOSTA GONZALEZ

TUTOR:

ING. RAMIRO ARCIA LACAYO

MANAGUA, NICARAGUA JUNIO DE 2020.

## INDICE

INTRODUCCION .....	1
ANTECEDENTES .....	2
JUSTIFICACION .....	3
OBJETIVOS .....	4
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos .....	4
DISEÑO METODOLÓGICO .....	5
CAPITULO 1:ASPECTOS GENERALES DE LAS ENERGIAS RENOVABLES.....	6
1.1 Tipos de Energías Renovables .....	6
1.2 Energía solar .....	6
1.2.1 Funcionamiento de la energía solar fotovoltaica .....	6
1.3 Energía Solar Térmica.....	7
1.4 Energía Eólica.....	8
1.4.1 Funcionamiento de la energía eólica.....	8
1.5 Energía Hidroeléctrica .....	9
1.5.1 Definición de Central hidroeléctrica.....	9
1.5.2 Funcionamiento de una central hidroeléctrica.....	10
1.6 Energía Geotérmica .....	10
1.6.1 Funcionamiento de la energía geotérmica.....	10
1.7 Energía Biomasa .....	11
1.7.1 Funcionamiento de central biomasa .....	11
1.8 Energía Mareomotriz.....	12
1.9 Energía Biogás.....	13
1.10 Matriz Energética.....	13
1.10.1 Aporte de las energías renovables en la matriz energética de un país. ....	14
CAPÍTULO 2:AVANCES TECNOLÓGICOS DE FUENTES RENOVABLES EN LA REGIÓN CENTROAMERICANA PERIODO 2016-2019. ....	15
2.1 Proyectos Renovables implementados en Centroamérica periodo 2016-2019.....	16
2.1.1 Proyectos Renovables Costa Rica .....	16
Proyectos Geotérmicos.....	17
Proyectos Eólicos .....	17
Proyectos Solares.....	19
Proyectos Hidroeléctricos .....	20

Plantas Cogeneradoras .....	22
2.1.2 Proyectos Renovables de Nicaragua.....	23
Proyectos Solares.....	23
Proyectos Hidroeléctricos .....	24
Plantas Cogeneradoras .....	25
2.1.3 Proyectos Renovables de Honduras.....	26
Proyectos Eólicos .....	27
Proyectos Solares.....	28
Proyectos Hidroeléctricos .....	29
Proyectos Geotérmicos.....	32
Plantas Cogeneradoras .....	32
2.1.4 Proyectos Renovables de El Salvador.....	33
Proyectos solares .....	33
Proyectos Hidroeléctricos .....	37
Plantas Cogeneradoras .....	37
2.1.5 Proyectos renovables de Guatemala.....	38
Proyectos Hidroeléctricos .....	39
Proyectos Eólicos .....	47
Proyectos Solares.....	48
Plantas Cogeneradoras .....	49
Plantas Cogeneradoras .....	50
<b>CAPÍTULO 3: DIVERSIFICACIÓN DE LA MATRIZ ENERGÉTICA EN CENTROAMÉRICA PERIODO 2016-2019. ....</b>	<b>51</b>
3.1. Breve reseña de la participación de la matriz energética en el sector eléctrico en Centroamérica. ....	51
3.2. Análisis de las matrices energéticas de la región centroamericana.....	52
3.2.1. Comportamiento de la matriz energética de Costa Rica 2016-2019. ....	52
3.2.1.1 Análisis del comportamiento de la matriz energética de Costa Rica por tipos de fuentes periodo 2016-2019.....	54
3.2.2. Comportamiento de la matriz energética de Nicaragua 2016-2019. ....	56
3.2.2.1 Análisis del comportamiento de la matriz energética de Nicaragua por tipos de fuentes periodo 2016-2019.....	59
3.2.3 Comportamiento de la matriz energética de El Salvador 2016-2019. ....	60
3.2.3.1 Análisis del comportamiento de la matriz energética de El Salvador por tipos de fuentes periodo 2016-2019.....	63
3.2.4. Comportamiento de la matriz energética de Guatemala periodo 2016-2019. ....	64

3.2.4.1 Análisis del comportamiento de la matriz energética de Guatemala por tipos de fuentes periodo 2016-2019.....	67
3.2.5. Comportamiento de la matriz energética de Honduras periodo 2016-2019...	68
3.2.5.1 Analisis del comportamiento de la matriz energetica de Honduras por tipos de fuentes periodo 2016-2019.....	70
CAPITULO 4: PANORAMA DE LAS ENERGIAS RENOVABLES EN NICARAGUA Y EN LA REGION CENTROAMERICANA.....	72
4.1 Breve Reseña del panorama de las energías renovables en Nicaragua. ....	72
4.2 Análisis comparativo del panorama de las energías renovables de Nicaragua en relación a los demás países de la región centroamericana. ....	79
4.3. Análisis comparativo de la capacidad instalada en los últimos 4 años de la región centroamericana. ....	79
4.4 Precios de la energía eléctrica en el Mercado eléctrico Regional (MWh) .....	80
CAPÍTULO 5: RETOS Y FORTALEZAS DEL SECTOR RENOVABLE EN LA REGIÓN CENTROAMERICANA.....	82
5.1 Reseña de los avances y brechas del sector renovable en la región centroamericana. ....	82
5.3 Retos y Fortalezas del Sector Renovable en la región centroamericana.....	85
5.3.1. Retos y fortalezas del sector renovable de Costa Rica .....	85
5.3.2 Retos y Fortalezas del Sector Renovable de Guatemala.....	86
5.3.3. Retos y Fortalezas del sector Renovable de Honduras.....	87
5.3.4. Retos y Fortalezas del Sector Renovable de El Salvador.....	88
5.3.5. Retos y Fortalezas del Sector Renovable de Nicaragua. ....	89
CONCLUSIONES .....	91
BIBLIOGRAFIA.....	92

## INTRODUCCION

Las energías renovables son consideradas energías claves, y cobran cada vez más importancia. En la actualidad se busca la forma de promover el uso de este tipo de energías, tomando en cuenta la fuerza que ganan cada día, debido a que los recursos que son utilizados para llevar a cabo el proceso de producción son recursos que pueden ser renovados, además de que el efecto contaminante es mucho menor al provocado por el uso de otro tipo de energías convencionales.

El avance tecnológico en energías renovables ha extendido su uso globalmente, ya que las fuentes de estas energías se encuentran disponibles en todo el mundo, en contraste con las fuentes convencionales, estos constantes avances tecnológicos y la progresiva reducción de costes están provocando que las energías renovables crezcan a un ritmo inimaginable.

Nicaragua figura como uno de los países que siguen apostando por la generación de electricidad a partir del uso de energías renovables, además de contemplar planes de expansión de generación, y de introducir nuevos proyectos de generación basados en este tipo de fuentes, con el fin de modificar la matriz energética en un futuro, aumentando de esta forma la participación de la energía renovable.

En los últimos años, los países de la región Centroamericana han comenzado la iniciativa de cambiar sus matrices energéticas, a fin de contrarrestar los efectos económicos adversos que genera la elevada dependencia de los hidrocarburos.

Dada la importancia del uso de este tipo de energías, la relevancia trascendental de la inclusión de estas en el tema energético a nivel centroamericano, y el avance tecnológico, tomando como eje de referencia a Nicaragua, se desarrollara una propuesta que permitirá conocer el panorama de las tecnologías de energías renovables en Nicaragua, con respecto al avance tecnológico en fuentes renovables de los demás países centroamericanos en los últimos 4 años, para ello será necesario conocer sus matrices energéticas, así como el potencial característico de cada uno de ellos para la generación renovable, su tendencia de crecimiento, diversificación e innovación en el sector energético.

## ANTECEDENTES

La ruta para la producción de energía renovable en Centroamérica se concentra en el estatus de las tecnologías de energías renovables, permitiendo analizar las condiciones para su desarrollo. Los países centroamericanos están explorando su potencial para expandir estas tecnologías de una forma sostenible.

En la revista científica de Farem Estelí, artículo elaborado por: “**Betanco Maradiaga, J. (2018). Energía: Desde un modelo de derroche, hacia un modelo sostenible mediante energía renovable**”. Se analiza el rol de las tecnologías vinculado al contexto centroamericano en general, y nicaragüense en particular, proporcionando una visión general acerca las tecnologías implementadas en energías renovables.

En el informe de **Young, El Salvador S.A. de C.V., E. &. (2018). Panorama de la energía renovable en Centroamérica. Realidad Empresarial.**, se muestran las brechas claves que han permitido lograr obtener una mejor base de conocimiento y herramientas para apoyar el desarrollo de proyectos, además se pueden encontrar datos específicos en donde se estudia el contexto de la energía renovable en la región centroamericana, obteniendo de forma específica información sobre las tecnologías implementadas, capacidad instalada de energía renovable, los proyectos en construcción y los retos a futuro de cada país centroamericano.

En el centro de documentación de la Facultad de Electrotecnia y Computación (FEC) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), se encuentra una tesis: **Gonzalo Leonel Martínez M. (2015). Contribución de la energía renovable a la matriz energética en Nicaragua.**, en la cual se aborda el papel que desempeñan las fuentes renovables en la diversificación de la matriz energética, dicho documento aborda aspectos relacionados, que sirven de base en la elaboración del trabajo monográfico en desarrollo.

## JUSTIFICACION

El desarrollo de este proyecto tiene como objetivo fundamental abordar el tema del avance en tecnologías de fuentes renovables vinculado al contexto centroamericano, tomando a Nicaragua como eje de referencia, logrando de esta forma conocer ¿En qué posición se encuentra Nicaragua en relación a los demás países centroamericanos en el tema de avances de tecnologías renovables? ¿En qué aspectos se puede mejorar para lograr alcanzar un mayor desempeño en el desarrollo energético?, tomando en cuenta que las energías renovables resultan ser una alternativa técnica y económica viable. El estudio de la diversificación de las matrices energéticas de los países centroamericanos nos permitirá conocer el proceso de cambio, y la participación de las fuentes renovables en los últimos 4 años.

Algunos países experimentan un proceso de industrialización acelerada, intentando de esta forma seguir las tendencias de expansión y modernización de sus infraestructuras energéticas, por lo tanto, se abordan temas claves como lo son: competitividad y acceso a la energía. Los avances tecnológicos en las energías renovables son esenciales para lograr llevar a cabo los retos que tiene cada país en cuanto al tema de la producción de energía limpia.

El estudio de los avances en tecnologías de energías renovables determinara lograr una correcta familiarización con los puntos claves que pretenden contribuir a la seguridad energética y la obtención de una producción más limpia, siendo estos uno de los factores que en caso de implementarse permitirán que cada país centroamericano pueda cumplir sus objetivos planteados.

Por otra parte, se logrará conocer el potencial existente en la región centroamericana planteando las fortalezas características de cada país en la producción de energía renovable, siendo el istmo centroamericano considerado privilegiado por el hecho de contar con diversos recursos que aún no han sido explotados.

# OBJETIVOS

## **Objetivo general**

- Evaluar las tecnologías en energías renovables en Nicaragua y comparar su avance a nivel centroamericano en el periodo 2016-2019.

## **Objetivos específicos**

- Especificar los avances en tecnologías de fuentes renovables en los países centroamericanos en el periodo 2016-2019.
- Analizar la diversificación en las matrices energéticas de Centroamérica en los últimos 4 años.
- Establecer una comparación entre el panorama de las tecnologías renovables en Nicaragua y el de las energías renovables en Centroamérica en los últimos 4 años.
- Detallar las fortalezas y retos de cada país centroamericano.

## DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo de estudio:

- Documental – Descriptivo, cualitativo, cuantitativo.

Para la realización de este estudio se ha utilizado una metodología mixta que consiste en utilizar datos cualitativos y cuantitativos que permitan dar a conocer los avances de las tecnologías de energías renovables en Nicaragua y a nivel centroamericano, haciéndose un análisis de contenidos sobre documentos y páginas web, siendo las principales fuentes de información las obtenidas de las paginas reguladoras de energías de cada país de la región centroamericana.

Además, es una investigación documental-descriptiva ya que en su desarrollo se describe la conceptualización de las energías renovables y los aportes que brindan a la matriz energética de un país.

Área de estudio:

- Energía renovable, avance tecnológico de fuentes renovables a nivel centroamericano.

Objeto de estudio

- Comportamiento de la matriz energética a nivel centroamericano, comparación de los avances tecnológicos de Nicaragua con respecto a los países centroamericano.

Técnicas utilizadas:

- ❖ Recolección de información.

Para la recolección de datos e información se utilizó una técnica documental que consiste en la revisión y análisis de documentos como: libros, artículos de revistas, tesis, páginas WEB.

- ❖ Clasificación de información obtenida.

# CAPITULO 1:ASPECTOS GENERALES DE LAS ENERGIAS RENOVABLES.

## 1.1 Tipos de Energías Renovables

### 1.2 Energía solar

La energía solar constituye la principal fuente de vida en la tierra, dirige los ciclos biofísicos, geofísicos y químicos que mantienen la vida en el planeta, los ciclos del oxígeno, del agua, del carbono y del clima. La energía del sol es la que induce el movimiento del viento y del agua, y el crecimiento de las plantas, por ello la energía solar es el origen de la mayoría de las fuentes de energías renovables: eólica, hidroeléctrica, biomasa, de las olas y corrientes marinas, además de la propia solar.

La energía solar es aquella energía obtenida directamente del sol, y aprovechada a través de los captadores solares fotovoltaicos, para la producción de electricidad. La energía contenida en la radiación solar, es transformada mediante los dispositivos correspondientes, en forma de energía eléctrica o térmica, dando origen a la energía solar. El elemento encargado de captar esta radiación solar, y transformarla en energía útil, es el panel fotovoltaico.

#### 1.2.1 Funcionamiento de la energía solar fotovoltaica

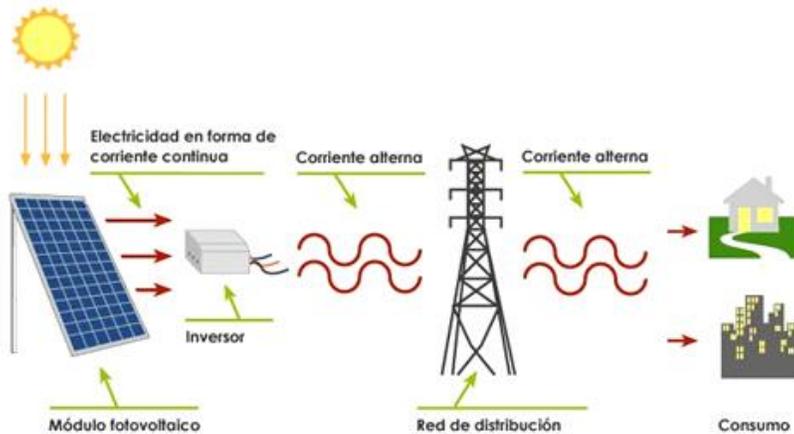
La energía solar fotovoltaica produce electricidad debido al espectro de luz visible del sol, la luz de sol (compuesta por fotones) incide en las células fotovoltaicas, creando un campo de electricidad entre las capas. Los rayos solares impactan la celda, dando origen a un movimiento de electrones, al canalizarlos ocurre el proceso de obtención de energía eléctrica. Esta energía obtenida directamente a partir de la radiación solar, es transformada en electricidad mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, mayormente hechas base de silicio, estas resultan ser el elemento fundamental, están integradas primero en módulos y luego en paneles, captan la energía solar transformándola en corriente continua mediante el efecto fotoeléctrico, la producción de dichas células dependerá de las condiciones meteorológicas, cuanto más intensa sea la luz mayor sea el flujo de electricidad.

Las células fotoeléctricas transforman la energía solar en electricidad en forma de corriente continua, y esta suele transformarse a corriente alterna.

El dispositivo que se encarga de esta transformación se denomina inversor, este transforma la corriente continua en corriente alterna con las mismas características que la de la red eléctrica a la que va a verse, controlando la uniformidad y calidad de la señal.

Dicha corriente alterna (generada finalmente) pasa por un regulador de carga (que la cuantifica) y de allí es inyectada a la red general.

**FIGURA 1.1** Funcionamiento de la energía solar.



**Fuente:** Imagen obtenida de Google Imágenes.

### 1.3 Energía Solar Térmica

La energía solar térmica es una alternativa renovable y libre de carbono a la energía que generamos con combustibles fósiles como el carbón y el gas.

Es un tipo de energía y tecnología utilizada para aprovechar la energía solar y que a su vez genera energía térmica o eléctrica. Esta nueva energía será usada en la industria y en los sectores residenciales y comerciales.

Los sistemas térmicos solares son una forma de satisfacer las necesidades de calor al capturar la energía térmica del sol para aplicaciones. A diferencia de la energía solar fotovoltaica, las plantas de energía solar térmica generan electricidad de manera indirecta. El calor de los rayos del sol se recolecta y se usa para calentar un fluido. El vapor producido a partir del fluido calentado alimenta un generador que produce electricidad. Los desarrollos en la tecnología de energía solar térmica han hecho que estos sistemas sean más confiables y más eficientes y, por lo tanto, una opción más práctica para los futuros usuarios.

**Figura 1.2. Energía solar térmica.**



**Fuente: Imagen Obtenida de Google Imágenes.**

Este tipo de energía no se desarrollará en el documento presente, debido a que suele ser utilizada para autoconsumo residencial. Por lo tanto, se abordará únicamente el desarrollo que ha presentado a lo largo de los años la energía solar fotovoltaica y su participación en la transición a un nuevo mundo energético.

## 1.4 Energía Eólica

La Energía Eólica es aquel tipo de energía que permite obtener energía eléctrica a partir del viento, es decir, de la velocidad de las masas de aire. Se trata de un tipo de energía cinética producido por el efecto de las corrientes de aire, esta energía puede convertirse en electricidad a través de un generador eléctrico. El viento depende a nivel macroscópico, de las corrientes de aires globales y de los cambios de temperatura anuales de la tierra. El principal medio para obtener este tipo de energía son los aerogeneradores “molinos de viento” de tamaño variable que transforman con sus aspas la energía cinética del viento en energía mecánica. La cantidad de energía que se puede obtener está en función del tamaño del «molino». A mayor longitud de las aspas, se obtiene más potencia y por lo tanto más energía. En los últimos años se ha mejorado la tecnología eléctrica que conforma el interior de los aerogeneradores, lo que permite aumentar la potencia eléctrica.

### 1.4.1 Funcionamiento de la energía eólica

Los aerogeneradores son dispositivos encargados de convertir la energía cinética del viento en energía mecánica. La captación de la energía eólica se realiza mediante la acción del viento sobre las palas, las cuales se encuentran unidas al eje mediante un elemento denominado rotor. El aire es obligado a fluir por las caras superior e inferior de una placa o perfil inclinado. En una turbina eólica en presencia del viento entran en juego dos fuerzas aerodinámicas sobre las aspas del rotor: una denominada fuerza de empuje, que es perpendicular a la dirección del viento, y otra denominada fuerza de arrastre que es paralela a la dirección del flujo. Los aerogeneradores responden a dos disposiciones típicas: las de eje horizontal y las de eje vertical.

**Figura 1.3 Aerogeneradores**



**Fuente:** Imagen obtenida de Google Imágenes.

## 1.5 Energía Hidroeléctrica

La energía hidroeléctrica o hidráulica es aquella que se origina del aprovechamiento de la caída de agua desde cierta altura. El agua que cae es conducida por unas turbinas creando un movimiento de rotación, que la convierte en energía mecánica, luego toda esa energía pasa por unos generadores que la transforman en energía eléctrica.

Esta clase de energía, generalmente se produce por el agua almacenada en embalses de gran altura, también llamadas represas. Las represas contienen el agua que luego cae a un nivel inferior, generando energía cinética que luego es convertida en energía eléctrica.

Para poder transformar el agua en energía hidroeléctrica es necesaria la utilización de Centrales Hidroeléctricas. Estas plantas generalmente ubicadas en zonas donde predomina una mezcla apropiada de lluvia y desniveles geográficos, se sirven de la energía gravitatoria contenida en las grandes masas de agua, que, al pasar por una turbina eólica, trasladada a un generador eléctrico que luego la convierte en energía eléctrica. Este tipo de energía produce un elevado rendimiento energético, además de no generar emisiones tóxicas durante su puesta en marcha, las represas construidas sirven a su vez para almacenamiento de agua.

### 1.5.1 Definición de Central hidroeléctrica

Una central hidroeléctrica es aquella en la que la energía potencial del agua almacenada en un embalse se transforma en energía cinética necesaria para mover el rotor de un generador, y posteriormente transformarse en energía eléctrica.

Las centrales se construyen en los caudales de los ríos, creando un embalse para retener el agua. Para ello se construye un muro grueso de hormigón u otros materiales. La masa de agua almacenada se conduce a través de unas tuberías hacia los alabes de una turbina que suele estar

a pie de presa, la cual está conectada al generador. Así el agua transforma su energía potencial en energía cinética, que hace mover los alabes de la turbina.

### 1.5.2 Funcionamiento de una central hidroeléctrica.

El funcionamiento de las centrales hidroeléctricas es sencillo pero complicado a la vez. Todo pasa por una presa que, levantada de forma artificial, forma una considerable acumulación de agua que genera la suficiente fuerza como para ser convertida en energía eléctrica.

Para esta conversión, la presa cuenta con una válvula que regula la corriente de agua que pasa por las turbinas. Para hacerla llegar a la misma, la instalación cuenta con una tubería que la conduce hasta la zona indicada. La presión de esta agua convierte su energía en cinética, al disminuir su fuerza, pero aumentar su velocidad.

Cuando el agua llega a la zona de las turbinas, éstas hacen que la energía cinética de antes, pase a ser energía mecánica de rotación. Esa turbina está adherida, por el eje, a un generador eléctrico que no para de dar vueltas. Así, convierte la energía de rotación en energía eléctrica de media tensión. Una vez finalizado el proceso, el agua vuelve al río y prosigue su curso, o bien es derivada de nuevo al embalse.

### Figura 1.4. Presa Hidroeléctrica Reventazón



Fuente: Imagen obtenida de Google Imágenes.

## 1.6 Energía Geotérmica

Es un tipo de energía de origen volcánico, es decir, que consiste en aprovechar el calor interno de la tierra para extraer del subsuelo aguas a elevadas temperaturas, de la cual puede extraerse la energía calórica o que puede emplearse para generar electricidad.

La energía geotérmica se sirve del calor natural irradiado por el núcleo natural de la tierra, transportado a través de rocas incandescentes que han entrado en contacto con fluidos a muy alta temperatura.

### 1.6.1 Funcionamiento de la energía geotérmica

El proceso de generación se inicia con la extracción de la mezcla de vapor y agua desde el reservorio geotérmico. Una vez llevado a la central, se separa el vapor del agua geotérmica

utilizando un equipo llamado separador ciclónico. Cuando se extrae el vapor, el agua es de nuevo devuelta al reservorio para que se vuelva a calentar.

El vapor extraído se conduce hasta la central y activa una turbina cuyo rotor gira a unas 3600rpm, que a su vez activa el generador, donde el roce con el campo electromagnético transforma la energía mecánica en energía eléctrica. Esta energía es introducida en las líneas de alta potencia para ser enviada a las subestaciones y de ahí al resto de hogares, fábricas, escuelas y hospitales.

El vapor geotérmico se vuelve a condensar y a reinyectarse en el subsuelo tras hacer girar la turbina. Este proceso hace que el agua se pueda calentar de nuevo en el reservorio geotérmico y haga que sea una extracción de energía renovable, dado que cuando se vuelva a calentar se convertirá en vapor y volverá a hacer girar la turbina.

**Figura 1.5 Planta Geotérmica Momotombo, Nicaragua.**



**Fuente:** Imagen obtenida de Google Imágenes.

## 1.7 Energía Biomasa

El término biomasa se refiere al conjunto de la materia orgánica de origen animal, vegetal, o transformaciones de éstas existentes en el planeta capaz de ser aprovechada para generar electricidad u otras formas de energía como la térmica, de manera renovable y sostenible. El uso de esta, no altera el balance de Dióxido de Carbono ( $CO_2$ ), debido a que absorbe lo mismo que libera durante la combustión.

### 1.7.1 Funcionamiento de central biomasa

La biomasa almacenada, previamente tratada para mejorar su granulometría y su porcentaje de humedad, es transportada mediante cintas a la caldera correspondiente. Allí, tiene lugar la combustión de la biomasa (combustible) junto con el aire primario y secundario (comburente). El resultado es la obtención de energía térmica en forma de vapor, y productos inquemados o cenizas. Las paredes de la caldera presentan haces tubulares por los que circula agua, y que se aprovechan la energía térmica del vapor producido para calentarse y evaporarse en el llamado ciclo agua-vapor. Finalmente, ese vapor de agua con energía potencial mueve una turbina de vapor, pasando a ser energía cinética rotativa que aplicada al rotor del generador trifásico

normalmente síncrono nos permite obtener la electricidad buscada, que pasará a través de un transformador para poder viajar por la red eléctrica.

También conviene mencionar que el vapor producido por la combustión de biomasa es filtrado antes de ser expulsado al exterior por la chimenea. Estos filtros suelen ser comúnmente electrofiltros, aunque sean más eficientes los filtros de mangas. Por su parte, el vapor de agua que mueve la turbina completa un circuito en el que vuelve a enfriarse a través de un proceso de refrigeración, para de nuevo ser mandado por bombeo a la caldera y continuar el ciclo.

**Figura 1.6 Central Biomasa.**



**Fuente:** Imagen obtenida de Google Imágenes.

## 1.8 Energía Mareomotriz

La energía mareomotriz es la energía que se obtiene aprovechando las mareas: mediante el uso de un alternador se puede utilizar el sistema para la generación de electricidad, transformando así la energía mareomotriz en energía renovable, una forma energética más segura y aprovechable. Es un tipo de energía renovable, en tanto que la fuente de energía primaria no se agota por su explotación, y es limpia ya que en la transformación energética no se producen subproductos contaminantes gaseosos, líquidos o sólidos. Sin embargo, la relación entre la cantidad de energía que se puede obtener con los medios actuales y el coste económico y ambiental de instalar los dispositivos para su proceso han impedido una implementación notable de este tipo de energía.

Este tipo de energía no se abordará en el documento presente, debido a que no existe a nivel centroamericano ninguna planta de este tipo, sin embargo, se han llevado a cabo estudios **“Tarmo Soomere, (2017).Olas del pacifico de Nicaragua y su potencial para generar energía mareomotriz”**., en el cual expresa que las olas del pacifico de Nicaragua tienen potencial para producir energía renovable, además de agregar que en el Mar Báltico no tienen la misma magnitud. Por el tipo de olas del pacifico resultaría ser más viable, porque las olas son más frecuentes y tienen más fuerzas, mientras que en el Mar Báltico alcanzan estas características únicamente cuando son provocadas por tormentas.

**Figura 1.8 Playa del pacifico en donde podría desarrollarse un proyecto mareomotriz.**



**Fuente:** Imagen obtenida de Google Imágenes.

### 1.9 Energía Biogás

El Biogás es una mezcla de dióxido de carbono con metano, se obtiene a partir de la descomposición de desechos tipo orgánico por vía anaeróbica (es decir, sin oxígeno), este proceso desarrollado por bacterias. Por lo tanto, es un gas combustible generado mediante la degradación de sustancias orgánicas, este tipo de gas de origen orgánico con el cual es posible producir energía eléctrica mediante motores de combustión interna conectados a un generador. Por otra parte, es posible combustionar este tipo de gas para generar electricidad y calor, de igual manera por medio de este tipo de fuente puede obtenerse gas natural. Es un tipo de energía utilizada para aplicaciones energéticas ya sean eléctricas, térmica o bien como carburante. Este tipo de gas de origen orgánico puede producir energía eléctrica con la ayuda de motores de combustión interna conectados a un generador ya sea canalizándose para su uso directo en una caldera adaptada para su combustión, o bien siendo inyectado en las infraestructuras de gas natural existentes.

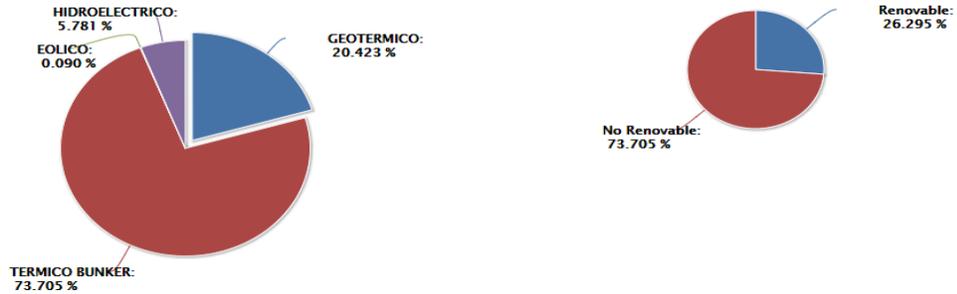
### 1.10 Matriz Energética

La matriz energética es una representación cuantitativa de la totalidad de energía que utiliza un país, e indica el acontecimiento referente de las fuentes de las que procede cada tipo de energía: nuclear, hidráulica, mareomotriz, solar, eólica, biomasa, geotérmica o combustibles fósiles como el petróleo, el gas y el carbón.

La matriz energética es útil para realizar análisis y comparaciones sobre los consumos energéticos de un país a lo largo del tiempo, o para comparar con otros países, y es una herramienta fundamental para la planificación.

En la siguiente imagen se muestra la matriz energética de Nicaragua, como esta diversificada y la contribución de las diferentes tecnologías de generación de energía.

Figura 1.9 Ejemplo de una matriz energética.



Fuente: Imagen obtenida de Google Imágenes.

### 1.10.1 Aporte de las energías renovables en la matriz energética de un país.

El uso de energías renovables refleja en la matriz energética de un país, seguridad energética confiabilidad de los sistemas de generación, descenso en los precios de la electricidad, reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, mejora en la calidad del aire por la generación de energía. También existen beneficios económicos que se refleja de forma indirecta en la sociedad, especialmente en lo que tiene que ver con el medioambiente, generación de empleo y fortalecimiento de cadenas de suministro a nivel industrial.

## CAPÍTULO 2: AVANCES TECNOLÓGICOS DE FUENTES RENOVABLES EN LA REGIÓN CENTROAMERICANA PERIODO 2016-2019.

La energía representa uno de los pilares que sostienen el desarrollo de las sociedades actualmente, por lo que su disponibilidad y uso eficiente son un elemento clave para determinar el éxito o fracaso de la economía de los países, es un tema de interés y de mucha prioridad para los países de la región centroamericana que están en vías de desarrollo.

El uso de las fuentes de energías actuales provenientes del petróleo conlleva a algunos problemas de contaminación y aumento de las emisiones de gases que provocan el efecto invernadero en nuestro planeta y también tienen un límite máximo de explotación. La producción de energías renovables es una necesidad a la que nos veremos obligados en el corto plazo por lo tanto no es una moda, es una necesidad evidente para salvaguardar los recursos del planeta tierra e impulsar el desarrollo de las naciones que implementan energías renovables.

La generación de electricidad en la región centroamericana se caracteriza por una fuerte dependencia de los combustibles fósiles, también al pasar los años se enfrenta a una creciente demanda de energía y en las próximas décadas se requerirán significativos aumentos de inversiones para cumplir tal demanda, debido al alto costo del petróleo y al deseo de convertirse en una región sustentable.

En Centroamérica se está realizando un cambio en su política energética, haciendo un mayor uso de sus recursos renovables. La región centroamericana dispone de abundantes fuentes para la producción de Energía Hidráulica, Geotérmica, Biomasa, Solar y Eólica para poder diversificar su matriz energética contribuyendo además a objetivos de sostenibilidad y seguridad energética, se ha intentado reducir la dependencia energética de fuentes importadas, aumentando así la oferta de fuentes renovables mejorando la eficiencia y fomentando la incorporación de nuevas tecnologías para la producción de energía renovable.

La disminución del impacto ambiental y la disminución de costos fomentan la incorporación de tecnologías de energías renovables en la matriz energética de los países. En la medida que se implementen más proyectos de energías renovables y estos generen energía a menor costo que las energías convencionales, se vuelven más competitivas, por lo tanto, más países optan por la implementación de ellas y promueven la inversión local y extranjera.

La promoción de nuevas tecnologías de energías renovables tiene efectos a nivel nacional para cada país y beneficios en la economía del mismo, por ejemplo: reducción de importaciones de crudo, autonomía de las fuentes de energía, desarrollo de la industria nacional, creación de nuevos puestos de trabajos, subsidios a la población de bajos recursos para que realicen un pago menor de la tarifa energética, buscando disminuir su incidencia en la economía de los hogares más desfavorecidos.

## 2.1 Proyectos Renovables implementados en Centroamérica periodo 2016-2019.

### 2.1.1 Proyectos Renovables Costa Rica

#### **COSTA RICA**

Costa Rica es el país de Centroamérica pionero en inversiones e implementación de tecnologías de energías renovables, tiene la matriz energética más sustentable de Centroamérica ejecutando a lo largo de estos años un conjunto de técnicas de energías renovables que le han ayudado a que su matriz energética sea casi 100% a base de energías renovables.

Destaca por su potencial para generar Energía Hidroeléctrica, Geotérmica y Eólica llevando a cabo proyectos con tecnologías de punta que sobresalen a nivel Centroamericano, algunos de ellos son: **Proyecto Geotérmico las Pailas II, Proyecto Eólico Rio Naranjo y Proyecto Eólico Mogote y el Proyecto Hidroeléctrico Reventazón.**

El proyecto geotérmico **Las Pailas II** destaca por la incorporación de tecnologías que sobresalen a nivel centroamericano y algunas de ellas son:

- **Perforación de pozos direccionales:** permite reducir las áreas de impacto en un 70%, ya que con la tecnología anterior para la perforación de 5 pozos se requería construir 5 plataformas, 5 caminos de acceso, 5 líneas de traslado, etc. Con este tipo de tecnología, desde una misma plataforma se perforan de cuatro a 5 pozos, lo que significa una reducción muy importante de las áreas necesarias para perforar y trasegar fluidos.
- **Torre de enfriamiento de fibra de vidrio:** son resistentes al calor, las estructuras son fáciles de montar debido a que se trata de un material ligero, poseen buena capacidad aislante, tiene durabilidad y resistencia, al momento de realizar el proceso de enfriamiento consume menos recursos y genera menor impacto al medio ambiente.
- **Turbina:** fabricada por Mitsubishi Hitachi Power Systems, es una turbina de impulso y reacción de 55MW, hace que se requiera de una construcción de menor envergadura comparada con una turbina de descarga inferior.

El proyecto eólico **Rio Naranjo y Mogote**, sobresalen porque utilizan turbinas de 3 MW, siendo estos, unos de los aerogeneradores de mayor capacidad instalados en Centroamérica aumentando la producción de energía utilizando la misma extensión de terreno que incorporando una de menor capacidad beneficiando en la adquisición de menos terrenos y causando menor impacto al medio ambiente.

El proyecto hidroeléctrico **Reventazón** es el proyecto más grande y ambicioso construido de este tipo a nivel centroamericano con un tamaño de un embalse de 7 km<sup>2</sup>, junto a una represa de 130 metros de altura y 540 de longitud.

A medida que pasan los años, han venido implementando pequeñas centrales fotovoltaicas dándole una participación y aprovechamiento a la energía solar con el fin de diversificar su matriz energética, haciéndose más atractivo para las inversiones.

A continuación, se detalla un listado de los avances en tecnologías de energías renovables con su ficha técnica, realizados en Costa Rica en el periodo 2016-2019.

## Proyectos Geotérmicos

**Tabla 2.1**  
**Proyecto Geotérmico Las Pailas II**

Nombre del proyecto	Las Pailas II
País	Costa Rica
Tipo de fuente	Geotérmica
Año de inauguración	2019
Tipo de empresa	Pública (ICE)
Capacidad instalada	55 MW
Unidades	<b>Casa de máquinas:</b> 1 turbina de vapor de impulso y reacción fabricado por Mitsubishi Hitachi Power Systems de 55 MW.

**Fuente:** Elaboración propia basado en datos obtenidos por presidencia.

## Proyectos Eólicos

**Tabla 2.2**  
**Proyecto Eólico Campos Azules**

Nombre del proyecto	Campos Azules
País	Costa Rica
Tipo de fuente	Eólico
Año de inauguración	2016
Tipo de empresa	Privado
Capacidad instalada	20 MW
Unidades	10 turbinas eólicas: Gamesa de 2 MW de potencia.

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenido por The Wind Power e ICE Informe Anual 2016.

**Tabla 2.3**  
**Proyecto Eólico Mogote**

Nombre del proyecto	Mogote
País	Costa Rica
Tipo de fuente	Eólico
Año de inauguración	2016
Tipo de empresa	Privado
Capacidad instalada	21 MW
Unidades	7 turbinas eólicas : Vestas V90/3000 (potencia 3 000 kW, diámetro 90 m).

**Fuente:** Elaboración propia basado en datos obtenidos por The Wind Power e ICE Informe Anual 2016.

**Tabla 2.4**  
**Proyecto Eólico Altamira CR**

Nombre del proyecto	Altamira CR
País	Costa Rica
Tipo de fuente	Eólico
Año que entro en operaciones	2017
Estatus de Proyecto	Privado
Capacidad instalada	20 MW
Unidades	10 turbinas eólicas: Gamesa de 2 MW de potencia.

**Fuente: Elaboración propia basado en datos obtenidos por The Wind Power e ICE Informe Anual 2017.**

**Tabla 2.5**  
**Proyecto Eólico La Perla**

Nombre del proyecto	La Perla
País	Costa Rica
Tipo de fuente	Eólico
Año de inauguración	2017
Tipo de empresa	Privado
Capacidad instalada	20 MW
Unidades	10 turbinas eólicas: Gamesa de 2 MW de potencia.

**Fuente: Elaboración propia basado en datos obtenidos por The Wind Power e ICE Informe Anual.**

**Tabla 2.6**  
**Proyecto Eólico Miramar**

Nombre del proyecto	Miramar
País	Costa Rica
Tipo de fuente	Eólico
Año de inauguración	2017
Tipo de empresa	Privado
Capacidad instalada	20 MW
Unidades	10 turbinas eólicas: Gamesa de 2 MW de potencia.

**Fuente: Elaboración propia basado en datos obtenidos por The Wind Power e ICE Informe Anual 2017.**

**Tabla 2.7**  
**Proyecto Eólico Rio Naranjo**

Nombre del proyecto	Rio Naranjo
País	Costa Rica
Tipo de fuente	Eólico
Año de inauguración	2018
Tipo de empresa	Publica (Coopeguanacaste)
Capacidad instalada	9 MW
Unidades	3 turbinas eólicas: Enercon E82/3000 (potencia 3000 kW, diámetro 103 m)

**Fuente: Elaboración propia basado en datos obtenidos por The Wind Power e ICE Informe Anual 2018.**

**Tabla 2.8**  
**Proyecto Eólico El Cacao**

Nombre del proyecto	El Cacao
País	Costa Rica
Tipo de fuente	Eólico
Año de inauguración	2018
Tipo de empresa	Publica (Coopeguanacaste)
Capacidad instalada	21.1 MW
Unidades	9 turbinas eólicas: Enercon E103/2350 (potencia 2 350 kW, diámetro 103 m)

**Fuente: Elaboración propia basado en datos obtenidos por The Wind Power e ICE Informe Anual 2018.**

### Proyectos Solares

**Tabla 2.9**  
**Proyecto Solar Juanilama**

Nombre del proyecto	Parque Solar Juanilama
País	Costa Rica
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2017
Tipo de empresa	Publica (Coopeguanacaste)
Capacidad instalada	4.4 MW

**Fuente: Elaboración propia basado en datos obtenidos por ICE Informe Anual 2017.**

## Proyectos Hidroeléctricos

**Tabla 2.10**

**Proyecto Hidroeléctrico Ventanas**

Nombre del proyecto	Ventanas
País	Costa Rica
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2016
Tipo de empresa	Pública (CNFL)
Capacidad instalada	11.2 MW
Unidades	<b>Casa de máquinas:</b>

**Fuente:** Elaboración propia basado en datos obtenidos por ICE Informe Anual 2016.

**Tabla 2.11**

**Proyecto Hidroeléctrico Chucás**

Nombre del proyecto	Chucás
País	Costa Rica
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año que entro en operaciones	2016
Estatus de proyecto	Pública (ICE)
Capacidad instalada	50 MW
Unidades	<b>Casa de máquinas:</b> 2 turbinas tipo Francis de 25.5 MW cada una.

**Fuente:** Elaboración propia basado en datos obtenidos por Carbón Ingeniería.

**Tabla 2.12**

**Proyecto Hidroeléctrico Bijaguas**

Nombre del proyecto	Bijaguas
País	Costa Rica
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2016
Tipo de empresa	Publica (Coopeguanacaste)
Capacidad instalada	17.5 MW
Unidades	<b>Casa de máquinas:</b> 1 turbina tipo Francis.

**Fuente:** Elaboración propia basado en datos obtenidos por Coopeguanacaste.

**Tabla 2.13**  
**Proyecto Hidroeléctrico Reventazón**

Nombre del proyecto	Reventazón
País	Costa Rica
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2016
Tipo de empresa	Estatal (ICE)
Capacidad instalada	305.5 MW
Unidades	<b>Casa de máquinas:</b> 4 turbinas tipo Francis de eje vertical de 73 MW cada una. Casa de máquinas ecológica: 1 turbina de 13.5 MW

**Fuente:** Elaboración propia basado en datos obtenidos por el Instituto Costarricense de Energía (ICE).

**Tabla 2.14**  
**Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II**

Nombre del proyecto	Los Negros II
País	Costa Rica
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2018
Tipo de empresa	Pública (E.S.P.H)
Capacidad instalada	27.8 MW
Unidades	<b>Casa de máquinas:</b> 2 turbinas tipo Francis de eje vertical de 13.9 MW

**Fuente:** Elaboración propia basado en datos obtenidos por el ICE Informe Anual 2018.

**Tabla 2.15**  
**Proyecto Hidroeléctrico Plantanar**

Nombre del proyecto	Plantanar
País	Costa Rica
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2018
Tipo de empresa	Pública (Coopesca)
Capacidad instalada	15.5 MW
Unidades	<b>Casa de máquinas:</b> Turbina tipo Francis de eje vertical.

**Fuente:** Elaboración propia basado en datos obtenidos por el ICE Informe Anual 2018.

**Tabla 2.16**  
**Proyecto Hidroeléctrico Volcán**

Nombre del proyecto	Volcán
País	Costa Rica
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2019
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	17 MW
Nota	Termina contrato el 25 de septiembre, tenía una potencia instalada de 17 MW

**Fuente: Elaboración propia basado en datos obtenidos por el ICE Informe Anual 2018.**

### Plantas Cogeneradoras

**Tabla 2.17**  
**Proyecto de Biomasa El Viejo**

Nombre del proyecto	El viejo
País	Costa Rica
Tipo de fuente	Biomasa
Año de inauguración	2018
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	32.5MW
Nota	Aumento su potencia de salida pasando de 20MW a 32.5 MW. Incrementando 12.5 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por ICE Informe Anual 2018.**

**Tabla 2.18**  
**Proyecto de Biomasa Toboga**

Nombre del proyecto	Toboga
País	Costa Rica
Tipo de fuente	Biomasa
Año de inauguración	2019
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	38.5 MW
Nota	Ajusto su potencia de salida pasando de 20MW a 38.5 MW. Incrementando 18.5 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por ICE Informe Anual 2018.**

## 2.1.2 Proyectos Renovables de Nicaragua

### NICARAGUA

Nicaragua es el país con mayor extensión territorial y cuenta con un alto potencial para la generación eléctrica a través de energías renovables, a pesar de eso no se ha podido aprovechar en gran manera. Nicaragua, en los últimos años no ha tenido inversiones en grandes proyectos de generación de energías renovables que cambien significativamente su matriz energética haciéndola una matriz mixta, que todavía depende en gran manera del uso de hidrocarburos para la producción de energía eléctrica con el fin de poder sustentar un poco su demanda de energía.

En estos últimos 4 años se ha visto una desaceleración en las inversiones en tecnologías de energías renovables en el sector Geotérmico y Eólico, siendo éstos dos tipos de energías unas de las que mayor potencial energético disponen en el país. Según la **Agencia Internacional para las Energías Renovables (IRENA, por sus siglas en inglés)**, esas fuentes energéticas tienen un potencial eléctrico para explotar de hasta **1500 MW en Energía Geotérmica y 800 MW en Energía Eólica**, de los cuales solo se está aprovechando el 6.11% de Energía Geotérmica y el 21.23% de Energía Eólica.

A pesar de la falta de inversiones en esos sectores, se está impulsando otros tipos de fuentes energéticas en el país, como lo son las fuentes de energías solar, creando pequeños Parques Solares en zonas rurales para así, ir sustituyendo el uso parcial de hidrocarburos, también se están desarrollando pequeñas Centrales Hidroeléctricas que aportaran un mayor uso de las energías renovables en la matriz energética, de igual manera, se está promoviendo el uso de la Energía Biomasa, con la creación de centrales que transforman del bagazo de caña en energía eléctrica, ayudando a suplir la demanda energética de los propios ingenios azucareros y vendiendo el excedente de energía.

La iniciativa de implementar nuevas tecnologías de energías renovables busca diversificar la matriz energética del país y usar nuevas tecnologías para reducir el coste de suministro de electricidad en lugares aislados.

A continuación, se detalla una lista de los avances en tecnologías de energías renovables con su ficha técnica, realizados en Nicaragua en el periodo 2016-2019.

#### Proyectos Solares

**Tabla 2.19**  
**Proyecto Solar Solaris**

Nombre del proyecto	Solaris
País	Nicaragua
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2017
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	12.5MW

**Fuente: Elaboración propia basados en datos obtenidos por La Prensa.**

**Tabla 2.20*****Proyecto Solar San Juan de Nicaragua***

Nombre del proyecto	San Juan de Nicaragua
País	Nicaragua
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2019
Tipo de empresa	Pública (ENATREL)
Capacidad instalada	300KW

**Fuente: Elaboración propia basado en datos obtenidos por Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL).**

**Tabla 2.21*****Proyecto Solar Híbrido Caribbean Pride Solar Energy***

Nombre del proyecto	Caribbean Pride Solar Energy
País	Nicaragua
Tipo de fuente	Solar HÍBRIDO
Año de inauguración	2019
Tipo de empresa	Pública (ENATREL)
Capacidad instalada	2.5MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por PV-Magazine.**

### *Proyectos Hidroeléctricos*

**Tabla 2.22*****Proyecto Hidroeléctrico El Diamante***

Nombre del proyecto	El Diamante
País	Nicaragua
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2016
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	5MW
Unidades	1 turbina Pelton horizontal

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por La Prensa.**

**Tabla 2.23**  
**Proyecto Hidroeléctrico San Martín**

Nombre del proyecto	San Martín
País	Nicaragua
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2019
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	5.7 MW
Unidades	<b>Casa de máquinas:</b> 2 turbinas tipo Francis de eje horizontal

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por Cámara de Energía de Nicaragua (CENNIC).

**Tabla 2.24**  
**Proyecto Hidroeléctrico La Mora**

Nombre del proyecto	La Mora
País	Nicaragua
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2019
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	1.9 MW
Unidades	<b>Casa de máquinas:</b> 1 turbina tipo Pelton

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por Cámara de Energía de Nicaragua (CENNIC).

### Plantas Cogeneradoras

**Tabla 2.25**  
**Proyecto de Biomasa Green Power**

Nombre del proyecto	Green Power
País	Nicaragua
Tipo de fuente	Biomasa
Año de inauguración	2016
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	38 MW

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por Estrategias & Negocios (E&N).

**Tabla 2.26**  
**Proyecto de Biomasa Ingenio CASUR**

Nombre del proyecto	Ingenio CASUR
País	Nicaragua
Tipo de fuente	Biomasa
Año de inauguración	2019
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	40 MW
Unidades	1 turbina marca NG-HC 800 contrapresión-condensación, turbo reductor Renk Zanini, Generador Síncrono de 50 KVA marca WEB

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Grupo IGC.**

### 2.1.3 Proyectos Renovables de Honduras

#### HONDURAS

Honduras apunta a tener una matriz energética en la que predominen las fuentes renovables: hidráulica, eólica, solar, geotérmica y biomasa se están abriendo paso en el país. Con el fin de obtener un cambio de matriz energética se están integrando proyectos de energía limpia de pequeña y mediana escala.

Actualmente en Honduras las energías renovables han presentado un crecimiento notorio, debido a los diferentes programas de gobierno para la divulgación de las energías renovables. Actualmente, Honduras se posiciona como el país líder en la producción de energía solar a nivel centroamericano.

En Honduras están claros de la importancia de implementar nuevas tecnologías de energías renovables en el país, en estos años han promovido diversos proyectos de los cuales uno de los que llama la atención es que instalaron su primera planta de generación de energía geotérmica en el año 2017. La inauguración e incorporación de esta nueva tecnología de generación, diversifica la matriz energética del país dándole seguridad, estabilidad y rentabilidad eléctrica convirtiéndolo en un país atractivo para futuras inversiones en el ámbito energético.

Con esto se busca depender menos de importaciones de hidrocarburos destinados a la generación de energía, importar menos energía de los países conectados a través del SIEPAC e impulsar el desarrollo económico del país y generar nuevos puestos de trabajo.

A continuación, se presentan los diversos avances de tecnologías en energías renovables instalados en el periodo 2016-2019.

### Proyectos Eólicos

**Tabla 2.27**

**Proyecto Eólico Ocean View**

Nombre del proyecto	Ocean view
País	Honduras
Tipo de fuente	Eólico
Año de inauguración	2016
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	3.9 MW
Unidades	26 turbinas eólicas: Nordtank de 150 KW de potencia.

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por The Wind Power.

**Tabla 2.28**

**Proyecto Eólico Cerro de Hula II**

Nombre del proyecto	Cerro de Hula II
País	Honduras
Tipo de fuente	Eólico
Año de inauguración	2016
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	24 MW
Unidades	12 turbinas eólicas Gamesa G87/2000.

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por The Wind Power y Boletín estadístico 2016.

**Tabla 2.29**

**Proyecto Eólico Chinchayote**

Nombre del proyecto	Chinchayote
País	Honduras
Tipo de fuente	Eólico
Año de inauguración	2017
Tipo de empresa	Privada
Capacidad	46.2 MW
Unidades	14 turbinas eólicas Vestas 117/3300 (potencia 3.3 MW)

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por Grupo Terra.

## Proyectos Solares

**Tabla 2.30**  
**Proyecto Solar Pacific Nacaome I**

Nombre del proyecto	Pacific Nacaome I
País	Honduras
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2016
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	21 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Revista de la Escuela de Física UNAH.**

**Tabla 2.31**  
**Proyecto Solar Los Prados**

Nombre del proyecto	Fray Lázaro
País	Honduras
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2017
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	5 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Revista de la Escuela de Física UNAH.**

**Tabla 2.32**  
**Proyecto Solar Helios**

Nombre del proyecto	Helios
País	Honduras
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2017
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	25 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Revista de la Escuela de Física UNAH.**

**Tabla 2.33**  
**Proyecto Solar Lajas**

Nombre del proyecto	Lajas
País	Honduras
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2017
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	11.9 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Revista de la Escuela de Física UNAH.**

**Tabla 2.34**  
**Proyecto Solar Los Prados**

Nombre del proyecto	Los Prados
País	Honduras
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2018
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	35 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por PV-Magazine.**

**Tabla 2.35**  
**Proyecto Solar Pacific Nacaome I (Incremento)**

Nombre del proyecto	Pacific Nacaome I (Incremento)
País	Honduras
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2018
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	28.9 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos de informe de estadísticas de producción de electricidad de los países del SICA, Informe 2018.**

### Proyectos Hidroeléctricos

**Tabla 2.36**  
**Proyecto Hidroeléctrico Shol (Ojo de agua)**

Nombre del proyecto	Shol (Ojo de agua)
País	Honduras
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2016
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	22 MW
Unidades	<b>Casa de máquinas:</b> 2 turbinas tipo Pelton de eje Horizontal.

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos de Boletín estadístico 2016 (ENEE).**

**Tabla 2.37**  
**Proyecto Hidroeléctrico Xacbal**

Nombre del proyecto	Xacbal
País	Honduras
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2016
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	10 MW
Nota	Aumento su potencia de 3 MW a 10 MW aumentando 7 MW

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos de Boletín estadístico 2016 (ENEE).

**Tabla 2.38**  
**Proyecto Hidroeléctrico Chachaguala**

Nombre del proyecto	Chachaguala
País	Honduras
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2017
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	5.4 MW
Unidades	<b>Casa de máquinas:</b> turbina tipo Pelton de eje Horizontal.

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos de Boletín estadístico 2017 (ENEE).

**Tabla 2.39**  
**Proyecto Hidroeléctrico Pencaligue**

Nombre del proyecto	Pencaligue
País	Honduras
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2018
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	18 MW
Unidades	<b>Casa de máquinas:</b> 3 turbina tipo Pelton de eje horizontales

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos de GUGLER Technology For Hydropower Plants.

**Tabla 2.40**  
**Proyecto Hidroeléctrico Comayagua**

Nombre del proyecto	Comayagua
País	Honduras
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2018
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	6.6 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por SICA.**

**Tabla 2.41**  
**Proyecto Hidroeléctrico Corral de Piedras**

Nombre del proyecto	Corral de Piedras
País	Honduras
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2018
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	2.79 MW
Unidades	<b>Casa de máquinas:</b> turbinas tipo Pelton de eje Horizontal.

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos de Informe de estadísticas de producción de electricidad de los países del SICA, informe 2018.**

**Tabla 2.42**  
**Proyecto Hidroeléctrico PH Nispero II**

Nombre del proyecto	PH Nispero II
País	Honduras
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2018
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	6 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos de Informe de estadísticas de producción de electricidad de los países del SICA, informe 2018.**

**Tabla 2.43**  
**Proyecto Hidroeléctrico Patuca III**

Nombre del proyecto	Patuca III
País	Honduras
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2019
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	104 MW
Unidades	<b>Casa de máquinas:</b> 2 turbina tipo Kaplan de eje horizontal de 52 MW cada una.

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).

### Proyectos Geotérmicos

**Tabla 2.44**  
**Proyecto Geotérmico Plantanares**

Nombre del proyecto	Plantanares
País	Honduras
Tipo de fuente	Geotérmica
Año de inauguración	2017
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	35 MW

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por ORMAT .

### Plantas Cogeneradoras

**Tabla 2.45**  
**Proyecto Biomasa Valle de Sula**

Nombre del proyecto	Valle de Sula
País	Honduras
Tipo de fuente	Biomasa
Año de inauguración	2016
Tipo de empresa	Privada
Potencia de la placa (MW)	43 MW
Tipo de materia prima	Biomasa: King grass" (un tipo de grama), pinos afectados por el gorgojo descortezador, raquis de palma africana y desechos de caña de azúcar

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por La Prensa.

## 2.1.4 Proyectos Renovables de El Salvador

### EL SALVADOR

El Salvador es el país centroamericano de menor extensión territorial, pero cuenta con el suficiente potencial eléctrico a base de tecnologías en energías renovables para suplir la demanda energética de su país.

Las principales tecnologías renovables como lo son: La energía eólica y la energía solar fotovoltaica están reduciendo drásticamente sus costes, de forma que ya son plenamente competitivas con las convencionales. Las economías de escala y la innovación están ya consiguiendo que las energías renovables lleguen a ser la solución más sostenible, no sólo ambiental sino también económicamente.

En El Salvador la tendencia es clara, la energía limpia ya supera con los nuevos proyectos a la energía tradicional, como lo son: los derivados del petróleo y el carbón, su uso está disminuyendo a medida que se están empleando más tecnologías de energías renovables en el país.

Aunque su matriz energética no está muy diversificada y a pesar de todavía no disponer con tecnologías de generación eólica, su generación a partir de energías renovables supera la generación de energía convencionales.

Se está invirtiendo en impulsar otros tipos de fuentes de energías renovables del país como lo son: Las fuentes de energías solar, siendo este tipo de fuente energética la que más inversión ha tenido en los últimos 4 años en ese país centroamericano, con el propósito de ayudar a suplir la demanda de energía solicitada por las industrias y ciudadanos del país, reducir la dependencia de combustibles fósiles en la generación de energía y convertirse en un país de producción de energía amigable con el ambiente.

### Proyectos solares

**Tabla 2.46**  
**Proyecto Solar Providencia Solar**

Nombre del proyecto	Providencia Solar
País	El Salvador
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2017
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	101MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por PV-Magazine**

**Tabla 2.47**  
**Proyecto Solar Bósforo Etapa I: Pasaquina**

Nombre del proyecto	Bósforo Etapa I Pasaquina
País	El Salvador
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2018
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	10 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por AES-El Salvador**

**Tabla 2.48**  
**Proyecto Solar Bósforo Etapa I: El Carmen**

Nombre del proyecto	Bósforo Etapa I El Carmen
País	El salvador
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2018
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	10 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por AES-El Salvador.**

**Tabla 2.49**  
**Proyecto Solar Bósforo Etapa I: La Unión**

Nombre del proyecto	Bósforo Etapa I: La Unión
País	El salvador
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2018
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	10 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por AES-El Salvador.**

**Tabla 2.50**  
**Proyecto Solar Bósforo Etapa II: Santa Ana**

Nombre del proyecto	Bósforo Etapa II: Santa Ana
País	El salvador
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2019
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	10 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por AES-El Salvador.**

**Tabla 2.51****Proyecto Solar Bósforo Etapa II: San Sebastián Salitrillo**

Nombre del proyecto	Bósforo Etapa II: San Sebastián Salitrillo
País	El salvador
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2019
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	10 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por AES-El Salvador.**

**Tabla 2.52****Proyecto Solar Bósforo Etapa II: Sonsonate**

Nombre del proyecto	Bósforo Etapa II: Sonsonate
País	El salvador
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2019
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	10 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por AES-El Salvador.**

**Tabla 2.53****Proyecto Solar Bósforo Etapa II: Jiquilisco**

Nombre del proyecto	Bósforo Etapa II: Jiquilisco
País	El salvador
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2019
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	10 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por AES-El Salvador**

**Tabla 2.54****Proyecto Solar Bósforo Etapa III: Nejapa**

Nombre del proyecto	Bósforo Etapa III: Nejapa
País	El salvador
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2019
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	10 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenido por PV-Magazine.**

**Tabla 2.55****Proyecto Solar Bósforo Etapa III: Guazapa I**

Nombre del proyecto	Bósforo Etapa III: Guazapa I
País	El salvador
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2019
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	10 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por PV-Magazine.**

**Tabla 2.56****Proyecto Solar Bósforo Etapa III: Guazapa II**

Nombre del proyecto	Bósforo Etapa III: Guazapa II
País	El Salvador
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2019
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	10 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por PV-Magazine.**

**Tabla 2.57****Proyecto Solar La Trinidad y Marquez**

Nombre del proyecto	La Trinidad y Marquez
País	El Salvador
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2019
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	18MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por PV-Magazine.**

**Tabla 2.58****Proyecto Solar Los Remedios**

Nombre del proyecto	Los Remedios
País	El Salvador
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2019
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	25.62MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por PV-Magazine.**

## Proyectos Hidroeléctricos

**Tabla 2.59**

**Proyecto Hidroeléctrico 05 de noviembre**

Nombre del proyecto	05 de noviembre
País	El Salvador
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2017
Tipo de empresa	Pública
Capacidad instalada	179.4 MW
Nota	Aumento 79.4 MW, pasando de 100 MW a 179.4 MW

**Fuente:** Elaboración propia basado en datos obtenidos de Informe de estadísticas de producción de electricidad de los países del SICA, informe 2017.

## Plantas Cogeneradoras

**Tabla 2.60**

**Proyecto Ingenio Jiboa**

Nombre del proyecto	Ingenio Jiboa
País	El Salvador
Tipo de fuente	Biomasa
Año de inauguración	2017
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	7.75 MW

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe de estadísticas de producción de electricidad de los países del SICA, informe 2017.

**Tabla 2.61**

**Proyecto Ingenio Jiboa**

Nombre del proyecto	Ingenio Jiboa
País	El Salvador
Tipo de fuente	Biomasa
Año de inauguración	2018
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	34.9 MW
Nota	Aumento 27.15 MW, pasando de 7.75 MW a 34.9 MW de potencia

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe de estadísticas de producción de electricidad de los países del SICA, informe 2018.

## 2.1.5 Proyectos renovables de Guatemala

### **GUATEMALA**

Guatemala, es el país de Centroamérica que más habitantes tiene, con un aproximado de 17,263,000 de personas y es el mayor generador de energía eléctrica debido a su gran densidad poblacional que demandan un uso mayor de energía, para poder solventar esa gran demanda han implementado diversos proyectos tanto renovables como no renovables y la gran parte de esa energía producida procede de fuentes de energía no convencionales como lo son: generación a base de hidrocarburos y en mayor parte energía a base de carbón.

Guatemala ha logrado dar pasos importantes para modificar su matriz energética y sustituir los procesos de producción de energías por métodos amigables con el medio ambiente. La generación hidráulica se encuentra acaparando el mercado, pero también se ha comenzado a producir energía a través de biomasa, geotérmica, eólica y solar.

Por su riqueza natural y sus 32 ríos principales, Guatemala cuenta con un atractivo potencial para la generación de energía renovable, algo que los inversionistas y las instituciones públicas han comprendido para impulsar proyectos sobre todo hidroeléctricos.

Su matriz energética se encuentra altamente diversificada, esto se debe que a lo largo de estos años se ha venido promoviendo e implementando todas las tecnologías de generación en energías renovables.

Los proyectos de energías hidroeléctrica y la bioenergética, son los más relevantes ya que de ellos depende la mayor producción de energía.

En estos últimos años se ha visto una fuerte inversión y ejecución en tecnologías de energías renovables tales como: parques solares, eólicos, proyectos hidroeléctricos, proyectos de cogeneración, con el fin de obtener una mejor estabilidad energética y una dependencia menor de las energías no renovables.

A continuación, se detallan los avances en tecnologías de fuentes renovables realizados en el periodo 2016-2019 con su ficha técnica.

### Proyectos Hidroeléctricos

**Tabla 2.62**

***Proyecto Renace II Fase I***

Nombre del proyecto	Renace II Fase I
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2016
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	117 MW
Unidades	<b>Casa de máquinas:</b> 4 Turbinas tipo Pelton de eje vertical

**Fuente:** Elaboración propia basado en datos obtenidos por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

**Tabla 2.63**

***Proyecto Hidroeléctrico Renace II Fase II***

Nombre del proyecto	Renace II Fase II
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2016
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	66.38 MW
Unidades	<b>Casa de máquinas:</b> 2 Turbinas tipo Francis de eje vertical.

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

**Tabla 2.64**

***Proyecto Hidroeléctrico Las Fuentes III***

Nombre del proyecto	Las Fuentes II
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2016
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	14.170 MW
Unidades	<b>Casa de máquinas:</b> 2 turbina tipo Francis de eje vertical.

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

**Tabla 2.65**  
**Proyecto Hidroeléctrico El Recreo II**

Nombre del proyecto	El Recreo II
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2016
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	24.440 MW
Unidades	<b>Casa de máquinas:</b> 2 turbina tipo Francis de eje horizontal.

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

**Tabla 2.66**  
**Proyecto Hidroeléctrico Raaxhá**

Nombre del proyecto	Raaxhá
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2016
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	5 MW
Unidades	<b>Casa de máquinas:</b> Turbina Kaplan

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

**Tabla 2.67**  
**Proyecto Hidroeléctrico El Cafetal**

Nombre del proyecto	El Cafetal
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2016
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	11 MW
Unidades	<b>Casa de máquinas:</b> Turbina tipo Pelton.

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

**Tabla 2.68****Proyecto Hidroeléctrico Finca Lorena**

Nombre del proyecto	Finca Lorena
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2016
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	4.2 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe Estadísticos 2017 MEM.**

**Tabla 2.69****Proyecto Hidroeléctrico El Brote**

Nombre del proyecto	El Brote
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2016
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	3.7 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe Estadístico 2017 MEM.**

**Tabla 2.70****Proyecto Hidroeléctrico Cerro Vivo**

Nombre del proyecto	Cerro Vivo
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2016
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	2.4MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe Estadístico 2017 MEM.**

**Tabla 2.71****Proyecto Hidroeléctrico Maxanal**

Nombre del proyecto	Maxanal
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2016
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	2.8 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe Estadístico 2017 MEM.**

**Tabla 2.72**  
**Proyecto Hidroeléctrico Los Patos**

Nombre del proyecto	Los Patos
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2016
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	2.5 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe Estadístico 2017 MEM.**

**Tabla 2.73**  
**Proyecto Hidroeléctrico Xolhuitz**

Nombre del proyecto	Xolhuitz
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2016
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	2.3 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe Estadístico 2017 MEM.**

**Tabla 2.74**  
**Proyecto Hidroeléctrico El Conacaste**

Nombre del proyecto	El Conacaste
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2016
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	3 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe Estadístico 2017 MEM.**

**Tabla 2.75**  
**Proyecto Hidroeléctrico Las Uvitas**

Nombre del proyecto	Las Uvitas
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2016
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	1.87 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe Estadístico 2017 MEM.**

**Tabla 2.76**  
**Proyecto Hidroeléctrico Mopa**

Nombre del proyecto	Mopa
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2016
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	0.98 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe Estadístico 2017 MEM.**

**Tabla 2.77**  
**Proyecto Hidroeléctrico El Salto Marinala**

Nombre del proyecto	El Salto Marinala
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2017
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	5 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe Estadístico 2017 MEM.**

**Tabla 2.78**  
**Proyecto Hidroeléctrico Las Vacas**

Nombre del proyecto	Las Vacas
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2017
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	6 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe Estadístico 2017 MEM.**

**Tabla 2.79**  
**Proyecto Hidroeléctrico Cutzan**

Nombre del proyecto	Cutzan
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2017
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	1.95 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe Estadístico 2017 MEM.**

**Tabla 2.80**  
**Proyecto Hidroeléctrico La Viña**

Nombre del proyecto	La Viña
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2017
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	0.29 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe Estadístico 2017 MEM.**

**Tabla 2.81**  
**Proyecto Hidroeléctrico Nueva Hydrocon**

Nombre del proyecto	Nueva Hydrocon
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2017
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	1 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe Estadístico 2017 MEM.**

**Tabla 2.82**  
**Proyecto Hidroeléctrico El Triangulo**

Nombre del proyecto	El Triangulo
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2017
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	0.96 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe Estadístico 2017 MEM.**

**Tabla 2.83**  
**Proyecto Hidroeléctrico Samuc II**

Nombre del proyecto	Samuc II
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2017
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	1.8 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe Estadístico 2017 MEM.**

**Tabla 2.84**  
**Proyecto Hidroeléctrico Los Patos**

Nombre del proyecto	Los Patos
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2017
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	5 MW
Nota	Aumento de 2.5 MW, pasando de 2.5 MW a 5MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe Estadístico 2017 MEM.**

**Tabla 2.85**  
**Proyecto Hidroeléctrico Pacayas**

Nombre del proyecto	Pacayas
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2017
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	2.3 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe Estadístico 2017 MEM.**

**Tabla 2.86**  
**Proyecto Hidroeléctrico El Corozo**

Nombre del proyecto	El Corozo
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2017
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	0.90 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe Estadístico 2017 MEM.**

**Tabla 2.87**  
**Proyecto Hidroeléctrico Miraflores**

Nombre del proyecto	Miraflores
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2017
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	0.84 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe Estadístico 2017 MEM.**

**Tabla 2.88**  
**Proyecto Hidroeléctrico La Ceiba I**

Nombre del proyecto	La Ceiba I
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2017
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	0.7 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe Estadístico 2017 MEM.**

**Tabla 2.89**  
**Proyecto Hidroeléctrico El Manantial 3**

Nombre del proyecto	El Manantial 3
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2017
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	0.52 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe Estadístico 2017 MEM.**

**Tabla 2.90**  
**Proyecto Hidroeléctrico Carmen Amalia**

Nombre del proyecto	Carmen Amalia
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2017
Tipo de Empresa	Privada
Capacidad instalada	0.69 MW

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe Estadístico 2017 MEM.**

**Tabla 2.91**  
**Proyecto Hidroeléctrico Xacbal Delta**

Nombre del proyecto	Xacbal Delta
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2017
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	58.44 MW
Unidades	<b>Casa de máquinas:</b> 2 turbina tipo Francis de eje horizontal.

**Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenido por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).**

**Tabla 2.92**  
**Proyecto Hidroeléctrico Oxec II**

Nombre del proyecto	Oxec II
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2018
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	60 MW
Unidades	<b>Casa de máquinas:</b> 3 turbina Kaplan tipo S

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

**Tabla 2.93**

**Proyecto Hidroeléctrico Renace IV**

Nombre del proyecto	Renace IV
País	Guatemala
Tipo de fuente	Hidroeléctrica
Año de inauguración	2019
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	58.02 MW
Unidades	<b>Casa de máquinas:</b> 2 turbina tipo Pelton de eje vertical.

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenido por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

Proyectos Eólicos

**Tabla 2.94**  
**Proyecto Eólico Las Cumbres**

Nombre del proyecto	Las Cumbres
País	Guatemala
Tipo de fuente	Eólico
Año de inauguración	2018
Tipo de empresa	Privada
Capacidad	31.5 MW
Unidades	15 turbinas eólicas fabricadas por Gamesa tipo G114/2100 (potencia 2100 KW, diámetro 114 m)

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por The Wind Power.

## Proyectos Solares

**Tabla 2.95**

***Proyecto Solar Granja Solar La Avellana***

Nombre del proyecto	Granja Solar La Avellana
País	Guatemala
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2017
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	1MW

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por el Ministerio de Energías y Minas (MEM).

**Tabla 2.96**

***Proyecto Solar Granja Solar Taxisco***

Nombre del proyecto	Gran Solar Taxisco
País	Guatemala
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2017
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	1.5 MW

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por el Ministerio de Energías y Minas (MEM).

**Tabla 2.97**

***Proyecto Solar Granja Solar El Jobo***

Nombre del proyecto	Granja Solar El Jobo
País	Guatemala
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2017
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	1 MW

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por el Ministerio de Energías y Minas (MEM).

**Tabla 2.98****Proyecto Solar Granja Solar Pedro de Alvarado**

Nombre del proyecto	Granja Solar Pedro de Alvarado
País	Guatemala
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2017
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	1.5 MW

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por el Ministerio de Energías y Minas (MEM).

**Tabla 2.99****Proyecto Solar Granja Solar Buena Vista**

Nombre del proyecto	Granja Solar Buena Vista
País	Guatemala
Tipo de fuente	Solar Fotovoltaica
Año de inauguración	2017
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	1.5 MW

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por el Ministerio de Energías y Minas (MEM).

### Plantas Cogeneradoras

**Tabla 2.100****Proyecto de Biomasa San Isidro**

Nombre del proyecto	San Isidro
País	Guatemala
Tipo de fuente	Biomasa
Año inauguración	2016
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	61.5 MW
Unidades	1 turbina marca Shin Nippon de fabricación japonesa, 1 generador de marca Brush de fabricación inglesa, 1 caldera ISEG Jhon Thompson

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por Prensa Libre.

**Tabla 2.101*****Proyecto de Biomasa Pantaleón Bloque III***

Nombre del proyecto	Pantaleón Bloque III
País	Guatemala
Tipo de fuente	Biomasa
Año de inauguración	2016
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	61.460 MW

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe estadístico 2017 (MEM).

**Tabla 2.102*****Proyecto de Biomasa La Trinidad 5***

Nombre del proyecto	La Trinidad 5
País	Guatemala
Tipo de fuente	Biomasa
Año de inauguración	2016
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	46 MW

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe estadístico 2017 (MEM).

### *Plantas Cogeneradoras*

**Tabla 2.103*****Proyecto de Biogás Vertedero del Trébol***

Nombre del proyecto	Vertedero del Trébol
País	Guatemala
Tipo de fuente	Biogás
Año de inauguración	2017
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	3.6 MW

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por Informe estadístico 2017 (MEM).

**Tabla 2.104*****Proyecto de Biogás Agrogeneradora***

Nombre del proyecto	Agrogeneradora
País	Guatemala
Tipo de fuente	Biogás
Año de inauguración	2019
Tipo de empresa	Privada
Capacidad instalada	24 MW

**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por Revista Summa.

## CAPÍTULO 3: DIVERSIFICACIÓN DE LA MATRIZ ENERGÉTICA EN CENTROAMÉRICA PERIODO 2016-2019.

### 3.1. Breve reseña de la participación de la matriz energética en el sector eléctrico en Centroamérica.

Los principales recursos utilizados para la producción de energía en los últimos años han sido los combustibles derivados del petróleo, estos combustibles poseen un precio que cambia constantemente de forma brusca, lo cual ha llevado a buscar fuentes alternativas para la producción de energía, siendo estas fuentes: las energías renovables. Los recursos naturales son fuentes necesarias en cada país, en el contexto centroamericano cada país posee una combinación única de recursos naturales y demandas energéticas, por ello los enfoques de la diversificación energética serán diferentes. La diversificación de la matriz energética es una prioridad. El aumento de consumo de energía eléctrica en un país, representa una señal de alerta, la matriz energética debe ser diversificada con diferentes tecnologías en generación.

Las energías renovables han tenido un progreso considerable, llegando a tener una participación significativa, esta creciente participación ha permitido lograr ver los efectos altamente positivos no solo por la calidad de energía aportada que deriva en beneficios ambientales y sociales, al ser poco contaminantes, sino también por su efecto positivo en la economía, siendo un elemento importante en el alcance del desarrollo sostenible de países y regiones.

Los países centroamericanos se han comprometido en diferentes grados con el desarrollo de energía sostenible, tomando en cuenta el alto potencial de generación de energía eléctrica a partir de fuentes limpias, el cual se está desaprovechando, cabe destacar que la falta de aprovechamiento de las fuentes renovables a nivel centroamericano no corresponde a una problemática tecnológica, sino más bien a la falta de recursos económicos e inversión necesaria para proyectos de infraestructura que permitan aprovechar el alto potencial energético de la región. Las condiciones geográficas y la disponibilidad de recursos naturales de la región centroamericana les permitirían alcanzar una producción superior a la actual.

La diversificación de la matriz energética a nivel centroamericano, busca no solo impulsar el uso óptimo de los recursos energéticos, sino desarrollar mejores capacidades en el mercado eléctrico y lograr ir poco a poco venciendo las barreras existentes anteriormente mencionadas, como lo son: La falta de recursos económicos (falta de capital), y la incertidumbre de inversión. Por lo tanto, es una estrategia que tiene como objetivo asegurar el abastecimiento energético en Centroamérica, en calidad, cantidad, y diversidad de fuentes, lo cual es necesario para poder garantizar el desarrollo sostenible que se quiere alcanzar.

Siempre una matriz energética debe ser diversificada, tomando en cuenta factores como el cambio climático, las alzas en los precios de los combustibles, es de vital importancia tener una matriz diversa, esta diversificación es esencial para poder afrontar cualquier déficit durante alguna crisis energética que pueda presentarse.

En Centroamérica la revolución energética continua imparable, proyectos de inversiones significativas continúan fluyendo en el istmo, y la matriz renovable se ha visto fortalecida, por otra parte, se han desarrollado nuevos proyectos innovadores.

Ante la existencia de sectores que se han visto afectados por cambios en el sector energético, o bien cambios climáticos, se considera un reto establecer estrategias para la conservación de la

energía, así como evitar o reducir los impactos del calentamiento global, y los niveles crecientes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Una de las estrategias que los países han adoptado para poder atender este problema, ha sido la reestructuración de la matriz energética de los países de la región centroamericana, región en estudio, logrando de esta forma obtener una mayor participación de fuentes de energías alternativas y renovables, contribuyendo a la reducción de la dependencia de combustibles fósiles.

Si se realiza un recorrido por los países que conforman la región centroamericana, se puede notar que son países riquísimos en recursos naturales. Algunos de estos países han aprovechado estos recursos, y de esta manera han alcanzado un alto porcentaje de matriz renovable.

### 3.2. Análisis de las matrices energéticas de la región centroamericana.

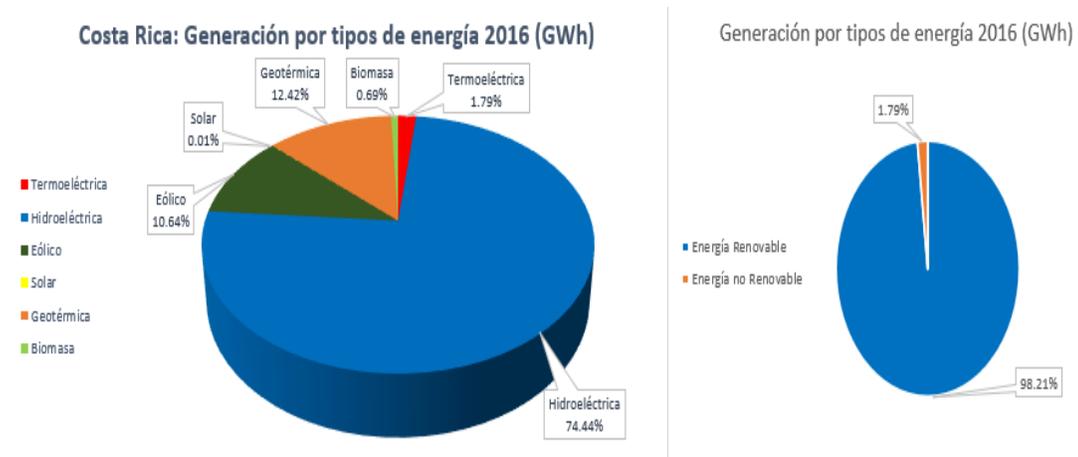
#### 3.2.1. Comportamiento de la matriz energética de Costa Rica 2016-2019.

**Tabla 3.1 Generación por tipo de energía de Costa Rica periodo 2016-2019.**

Tipos de Energías Renovables de Costa Rica	Generación por tipo de energía (GWh) 2016	Generación por tipo de energía (GWh) 2017	Generación por tipo de energía (GWh) 2018	Generación por tipo de energía (GWh) 2019
Termoeléctrica	193.03	37.42	158.55	129.65
Hidroeléctrica	8,025.95	8,676.96	8,342.90	8,348.60
Solar	1.41	2.7	9.89	4.66
Eólica	1,147.29	1,287.68	1,798.87	1,411.98
Geotérmica	1,339.51	1,117.83	968.57	1,141.97
Biomasa	74.51	87.52	76.67	79.56

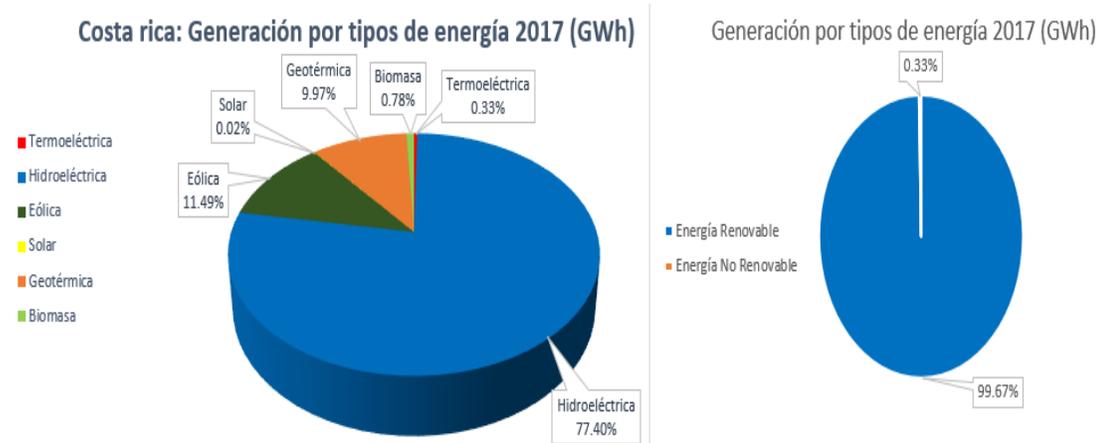
**Fuente:** Elaboración propia en base a datos del Instituto Costarricense de Electricidad (Grupo ICE).

**Gráfico 3.1 Generación por tipo de fuente año 2016 (GWh)**



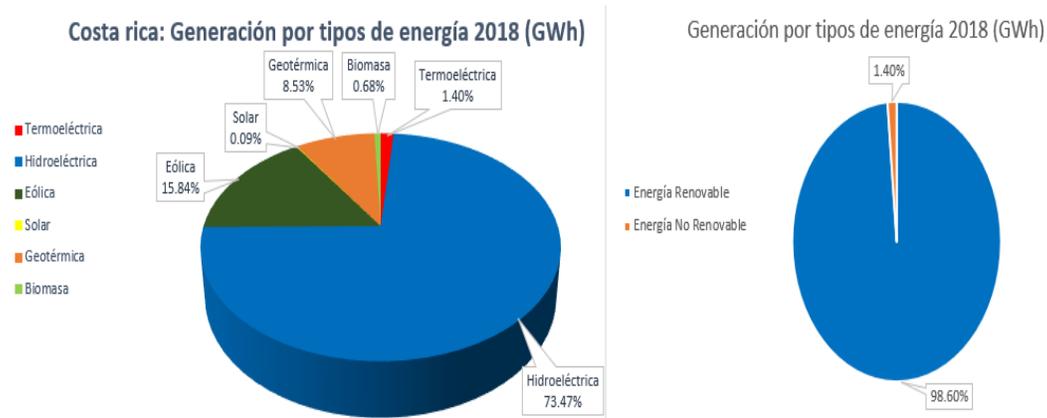
**Fuente:** Elaboración propia en base a datos del Instituto Costarricense de Electricidad (Grupo ICE).

**Gráfico 3.2 Generación por tipo de fuentes año 2017 (GWh)**



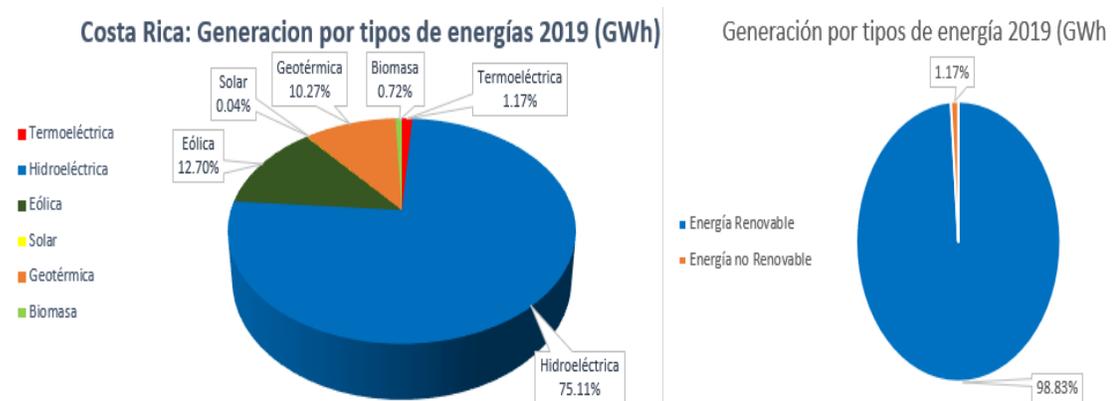
**Fuente: Elaboración propia en base a datos del Instituto Costarricense de Electricidad (Grupo ICE).**

**Gráfico 3.3 Generación por tipo de fuentes año 2018 (GWh)**



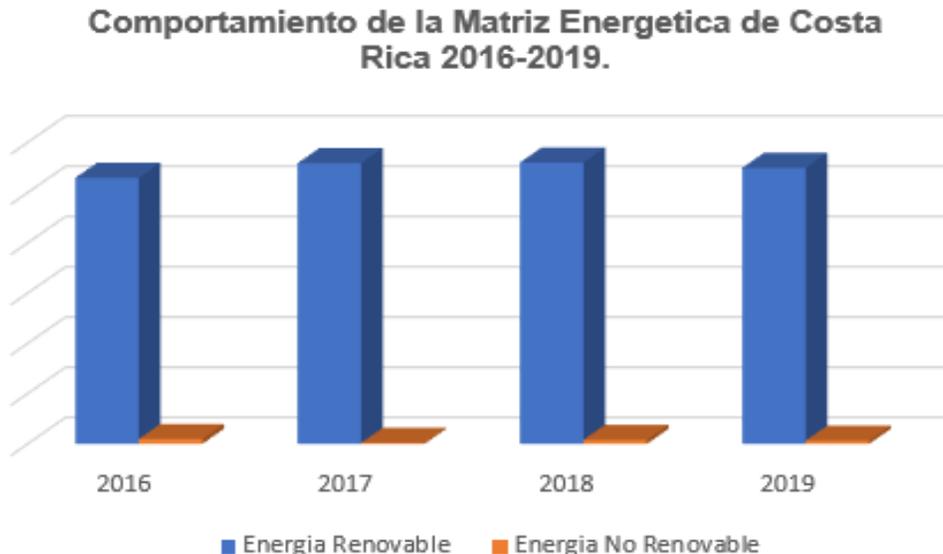
**Fuente: Elaboración propia en base a datos del Instituto Costarricense de Electricidad (Grupo ICE).**

**Gráfico 3.4 Generación por tipo de fuentes año 2019 (GWh)**



**Fuente: Elaboración propia en base a datos del Instituto Costarricense de Electricidad (Grupo ICE).**

Gráfico 3.5 Comportamiento de la Matriz energética de Costa Rica 2016-2019.



**Fuente:** Elaboración propia en base a datos del Instituto Costarricense de Electricidad (Grupo ICE).

La matriz energética de Costa Rica es una matriz altamente diversificada, siendo este un país líder en la producción de energía limpia, encaminados a la meta de ser carbono neutral.

A lo largo de los últimos 4 años, más del 98% de la energía con la que es abastecida la demanda energética, proviene de fuentes de carácter renovable. Siendo la Energía Hidroeléctrica el tipo de energía principal con la que se producen energías limpias.

El año en el que se observan mayores cifras de producción de energía limpia según “**Instituto Costarricense de Electricidad. Costa Rica. (2018) “Informe de generación y demanda informe anual”**”, es el año 2018, en el cual se generaron 11,196.90GWh. Se puede concluir lo siguiente: Los niveles de producción de energía renovable en Costa Rica se consideran estables, cuentan con diversos proyectos renovables a gran escala y estrategias que les permite colocarse como un país líder de la región centroamericana en la producción de energías renovables.

### 3.2.1.1 Análisis del comportamiento de la matriz energética de Costa Rica por tipos de fuentes periodo 2016-2019.

#### **Análisis del uso de Combustibles fósiles**

La participación de los **combustibles fósiles** en la matriz energética posee un porcentaje mínimo, el cual no alcanza el 1.79% en los últimos 4 años. Lo cual resulta ser positivo porque cumple con el compromiso de la reducción de emisión de gases, y posiciona a Costa Rica como un país líder en Latinoamérica en la producción de energías limpias y renovables.

#### **Análisis Energía Hidroeléctrica**

La **energía hidroeléctrica** es la fuente con mayor generación, actualmente produce 76% de la electricidad de costa Rica. La central hidroeléctrica más grande de Costa Rica es la central hidroeléctrica “Reventazón” con una capacidad instalada de 355.5MW. En los últimos 4 años Costa Rica ha generado más de 98% de su energía eléctrica a partir de fuentes renovables, principalmente a partir de plantas hidroeléctricas. Como se puede observar la energía

hidroeléctrica hace parte del foco de crecimiento necesario para el desarrollo energético de Costa Rica.

### **Análisis Energía Solar**

En cuanto a la **energía solar** a pesar de que en el mundo solar costa rica es muy pequeña, ha ido creciendo de forma acelerada, el parque solar más grande de Costa Rica es el “Parque Solar Juanilama”, el cual será un peldaño para alcanzar las metas energéticas establecidas. La energía solar tiene un papel importante en la tarea de abandonar el uso de hidrocarburos.

### **Análisis Energía Eólica**

En el año 2019 el 12.70% de energía eléctrica en Costa Rica provino de **fuentes eólicas**. El Parque Eólico más grande que se ha instalado en los últimos 4 años en Costa Rica es el Parque “El Cacao” con una capacidad de 21.1MW.

Costa Rica posee un gran potencial en el uso de fuentes eólicas, esto debido a poseer zonas caracterizadas por la elevada intensidad de los vientos. Como se puede observar la fuerza del viento gana terreno entre las fuentes de energía limpia.

### **Análisis Energía Geotérmica**

En el año 2016 el 10.27% de energía eléctrica procedía de **energía geotérmica**, en el año 2019 se inauguró el proyecto geotérmico “Las pailas II” con una capacidad de 55MW. Cabe mencionar que Costa Rica se encuentra entre los países de la región centroamericana que poseen un porcentaje considerable de territorio disponible para su explotación.

### **Análisis Energía Biomasa**

Actualmente el 0.72% de energía de Costa Rica corresponde a las **fuentes de biomasa**. Se espera que en los próximos años la participación de la energía biomasa en la matriz energética tenga un mayor auge.

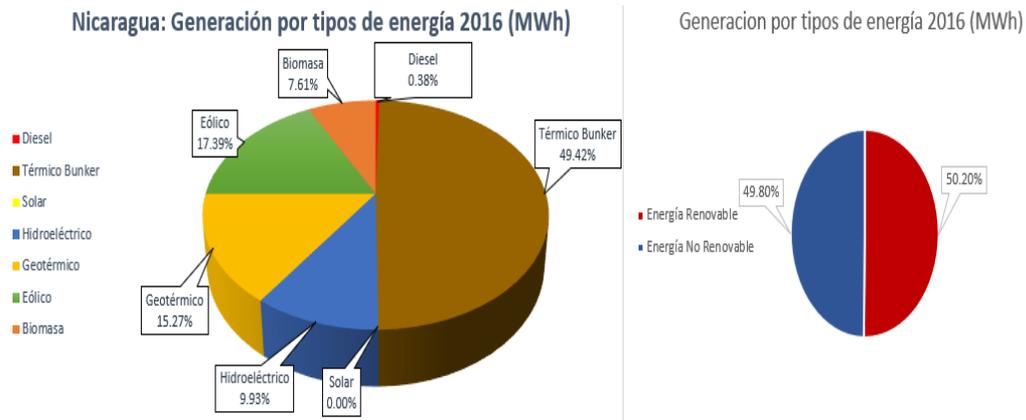
### 3.2.2. Comportamiento de la matriz energética de Nicaragua 2016-2019.

**Tabla 3.2 Generación por tipo de energía de Nicaragua periodo 2016-2019.**

Tipos de Energías	Generación por tipo de energía (MWh) 2016	Generación por tipo de energía (MWh) 2017	Generación por tipo de energía (MWh) 2018	Generación por tipo de energía (MWh) 2019
Diesel	15,498.34	4,711.06	3,196.00	1,196.48
Térmico Bunker	2,036,893.15	1,862,712.52	1,782,537.87	1,842,429.03
Hidroeléctrica	409,097.31	450,148.99	401,171.89	178,423.98
Solar	0.00	11,809.99	21,845.86	22,246.56
Eólica	716,872.34	623,327.34	787,202.22	716,201.76
Geotérmica	629,495.40	674,987.08	725,554.05	532,986.72
Biomasa	313,802.64	412,082.06	458,489.59	546,747.13

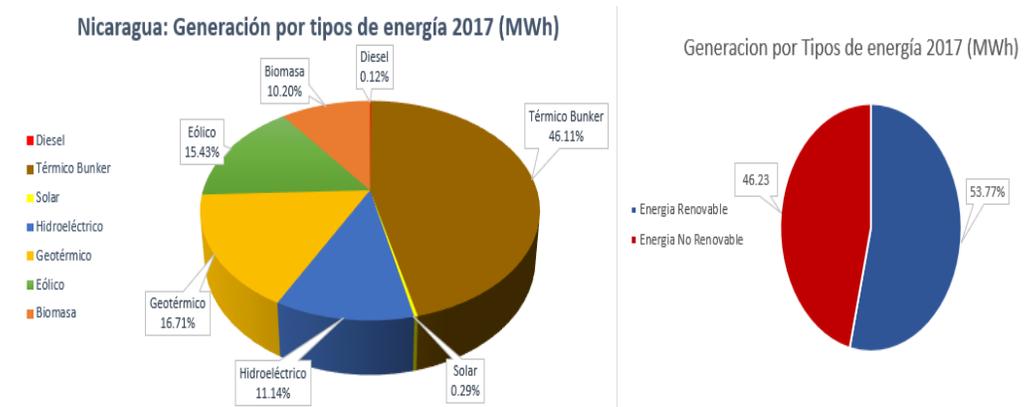
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Centro Nacional de Despacho de Carga (CNDC).

**Gráfico 3.6 Generación por tipo de fuentes año 2016 (MWh)**



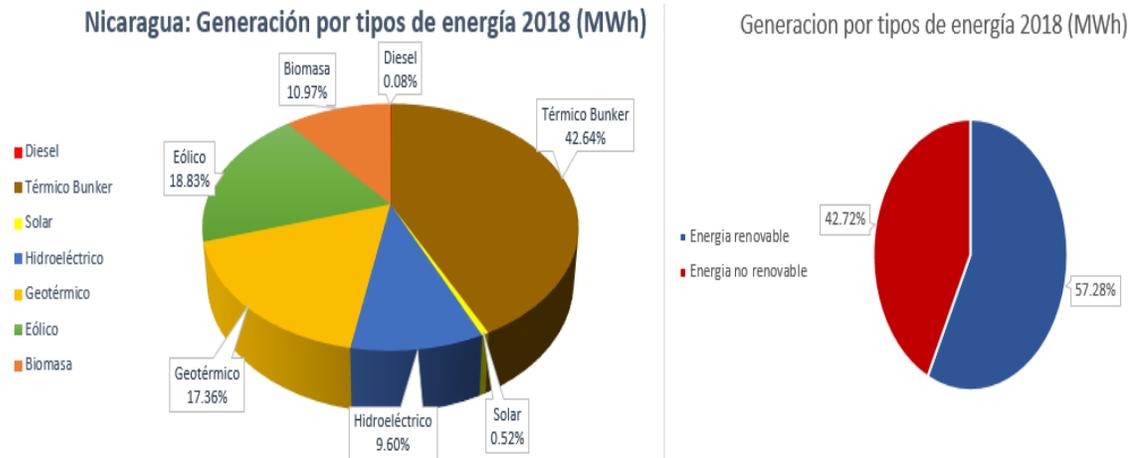
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Centro Nacional de Despacho de Carga (CNDC).

**Gráfico 3.7 Generación por tipo de fuentes año 2017 (MWh)**



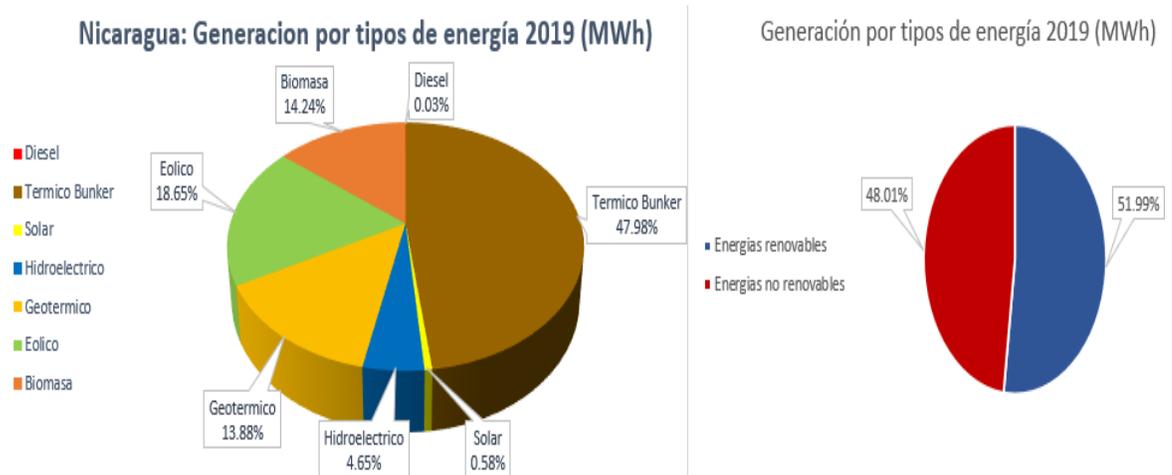
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Centro Nacional de Despacho de Carga (CNDC).

**Gráfico 3.8 Generación por tipo de fuentes año 2018(MWh)**



**Fuente: Elaboración propia en base a datos del Centro Nacional de Despacho de Carga (CNDC).**

**Gráfico 3.9 Generación por tipo de fuentes año 2019(MWh)**



**Fuente: Elaboración propia en base a datos del Centro Nacional de Despacho de Carga (CNDC).**

**Gráfico 3.10 Comportamiento de Matriz energética de Nicaragua 2016-2019.**



**Fuente: Elaboración propia en base a datos del Centro Nacional de Despacho de Carga (CNDC).**

La Matriz de Nicaragua es una matriz altamente diversificada consta de 5 tipos de energías: eólica, solar, hidroeléctrica, geotérmica y biomasa, los tipos de energías que están siendo mayormente aprovechados son: eólica, geotérmica, biomasa. Nicaragua cuenta con suficiente potencial hidroeléctrico, y actualmente cuenta con diversos proyectos, por otra parte, en el mundo solar se ha venido creciendo paulatinamente.

A nivel centroamericano Nicaragua se posiciona como un país líder en la producción de energía a partir de fuentes biomasa, al igual que Guatemala.

En el caso de las energías renovables se observa un comportamiento dentro de la matriz energética dado de la siguiente manera:

En el año 2016 se observa una cifra de 2,069,267.68MWh generados, mientras que en el año 2017 esta cifra corresponde a 2,172,355.46MWh, presentando un incremento de 4.98% con respecto al año anterior.

En el año 2017 se produjeron 2,172,355.46MWh, en el año 2018 se muestra una cifra equivalente a 2,394,263.61MWh observándose un incremento de 10.22% en base al año anterior, siendo este el año en el que se presentaron mayores niveles de generación de energía de carácter renovable.

Según el “**Centro Nacional de Despacho de carga. Nicaragua. (2019).Informe de Operación del SIN**”. En el año 2019 se generaron 1,996,676.15MWh a partir de fuentes renovables, por lo cual hubo un decrecimiento de 16.61% en relación al año anterior. Lo cual nos permite concluir que los valores de generación de energía a partir de fuentes no renovables presentaron un notable decrecimiento este año, esto se debe los siguientes factores: Las cifras de producción de energía de fuentes renovables disminuyeron en algunos tipos de fuentes, el más notorio es el caso de la energía hidroeléctrica que pasó de generar 401,171.89MWh en el año 2018 a generar 178,493.98MWh, presentando un descenso en los niveles de generación, siendo uno de los principales motivos: la sequía, la escasez de lluvia se traduce en una reducción del agua embalsada y en una reducción del caudal circulante de los ríos, suponiendo esta situación una

inminente reducción en la generación de energía eléctrica por parte de las plantas hidroeléctricas. Este déficit energético producto de la disminución de generación de energía renovable tuvo que cubrirse haciendo uso de fuentes no renovables para poder satisfacer la demanda energética del país.

### 3.2.2.1 Análisis del comportamiento de la matriz energética de Nicaragua por tipos de fuentes periodo 2016-2019.

#### **Análisis del uso de combustibles fósiles**

Nicaragua presenta un alto porcentaje de dependencia de los **combustibles fósiles**, actualmente el 48.1% de energía con la cual es abastecida el sector eléctrico proviene de fuentes de hidrocarburo. En los siguientes años se planea, transformar la matriz energética del país, a fin de reducir su dependencia de combustibles fósiles y de incrementar su competitividad en el largo plazo. De poder lograr esto, Nicaragua se encaminaría en la línea de poder utilizar sus recursos naturales y que estos tengan una mayor participación, generando energía a partir de ellos, y contribuyendo de esta manera al desarrollo sostenible del país, y al cuidado del medio ambiente.

#### **Análisis Energía Hidroeléctrica**

El porcentaje de producción de **la energía hidroeléctrica** en los últimos años ha venido decreciendo, presentándose de la siguiente forma: En el año 2016 el 9.93% de la energía eléctrica correspondía a fuentes hidroeléctricas, mientras que en el año 2019 se muestra un porcentaje de 4.65% disminuyendo su porcentaje de producción. El problema de suministrar energía vía presas hidroeléctricas es que depende de las lluvias y estas varían debido al cambio climático, causando incertidumbre. En los últimos 4 años se han desarrollado proyectos hidroeléctricos tales como: “Proyectos Hidroeléctrico El Diamante” y “Proyectos Hidroeléctrico San Martín”. Cabe destacar que Nicaragua es un país con abundancia en recursos hídricos, los cuales de ser debidamente explotados le permitirían posicionarse como un país competitivo y atractivo para invertir en energías limpias.

#### **Análisis Energía Solar**

La **energía solar** por su parte pasó de presentar un porcentaje de 0% en el año 2016 a un porcentaje de 0.58% en el año 2019, en este mismo año entró en operaciones la planta solar “Caribbean Pride Solar Energy” la inauguración de esta nueva planta lanza al país a la carrera del desarrollo de este tipo de energía renovable en la región.

#### **Análisis Energía Eólica**

En cuanto a la **energía eólica**, ha aumentado su porcentaje de generación a partir de fuentes eólicas, pasando de presentar en el año 2016 un porcentaje de 17.39% a mostrar en la actualidad un porcentaje correspondiente a 18.65%. En los últimos 4 años no se han inaugurado proyectos eólicos. En el documento “**REVE. (2013) Eólica y energías renovables: Nicaragua instala más aerogeneradores y parques eólicos**”, se da a conocer lo siguiente: Nicaragua ocupa uno de los lugares más privilegiados a nivel centroamericano cuando de producción de energía eólica se trata debido a que los vientos del país tienen la calidad de ser fuertes para producir este tipo de energía, pero no tanto como para provocar daños en la maquinaria”.

### Analisis Energia Geotermica

En el año 2019, el 13.88% de la energía que es consumida en Nicaragua provino de **fuentes geotermicas**. El asentamiento de Nicaragua sobre una cadena de volcanes, hace del país un lugar ideal para la explotación de fuentes de energía geotermica. Se prevee un futuro prometedor para el país en este materia, así como en la promoción de los demás recursos renovables.

### Analisis Energia Biomasa

Por otro lado la **energía biomasa** actualmente represente el 14.24% de la energía producida en el país. En el año 2016 se desarrollo un proyecto biomasa cuyo nombre es “Green Power”. Nicaragua y Guatemala se posicionan como los países líderes en el aprovechamiento de la energía biomasa.

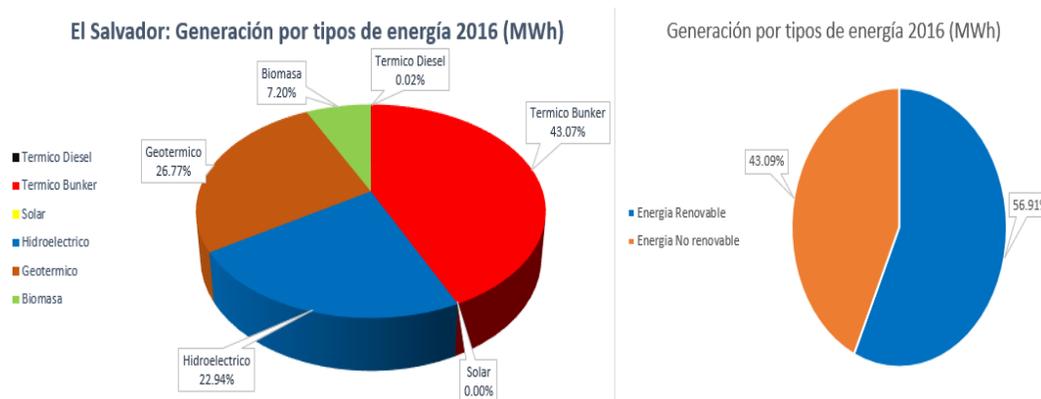
### 3.2.3 Comportamiento de la matriz energética de El Salvador 2016-2019.

**Tabla 3.3 Generación por tipos de energía de El Salvador periodo 2016-2019.**

Tipos de Energías	Generación por tipos de energía El Salvador (MWh) 2016.	Generación por tipos de energía El Salvador (MWh) 2017.	Generación por tipos de energía El Salvador (MWh) 2018.	Generación por tipos de energía El Salvador (MWh) 2019.
Térmico Diesel	1,211.25	657.46	2,041.86	755.53
Térmico Bunker	2,360,793.28	1,275,094.69	1,176.617.02	1,605,132.19
Solar	0	94,783.35	129,245.034	208,807.08
Hidroeléctrico	1,257,475.03	1,615,006.36	1,543,694.69	1,442,474.66
Geotérmico	1,467,156.07	1,459,935.43	1,437,252.62	137,723.88
Biomasa	394,829.04	432,957.40	488,746.85	551,589.27

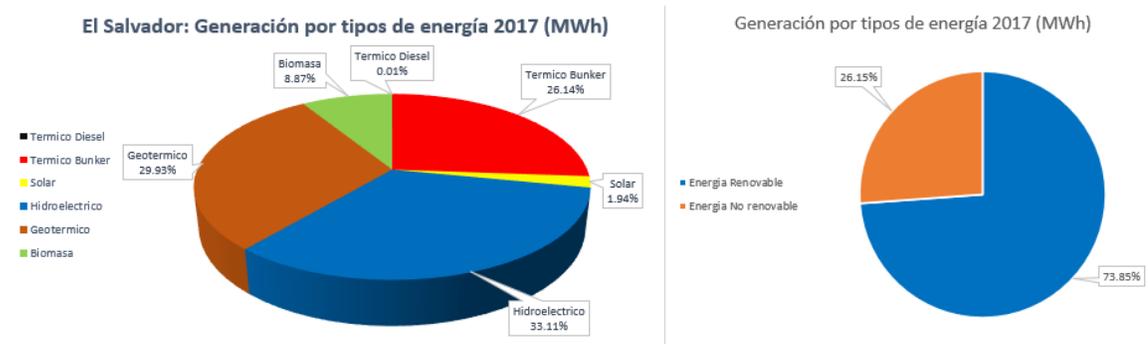
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Consejo Nacional de Energía (CNE).

**Gráfico 3.11 Generación por tipo de fuentes año 2016(MWh)**



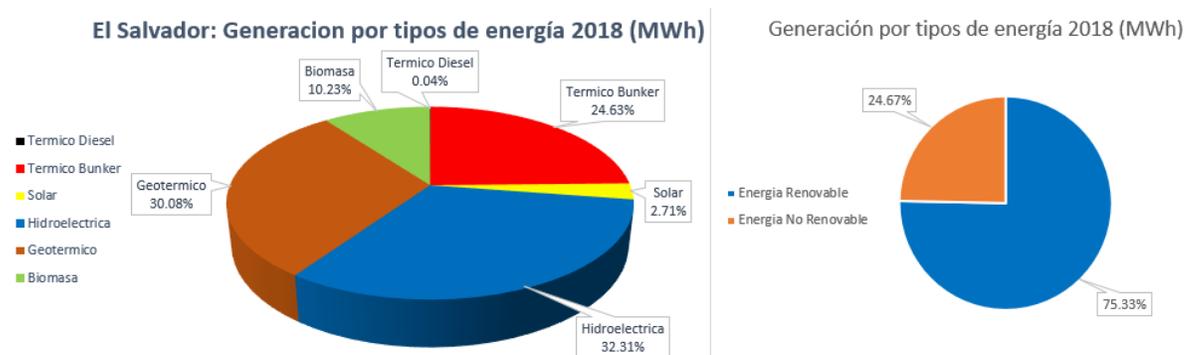
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Consejo Nacional de Energía (CNE).

**Gráfico 3.12 Generación por tipo de fuentes año 2017 (MWh)**



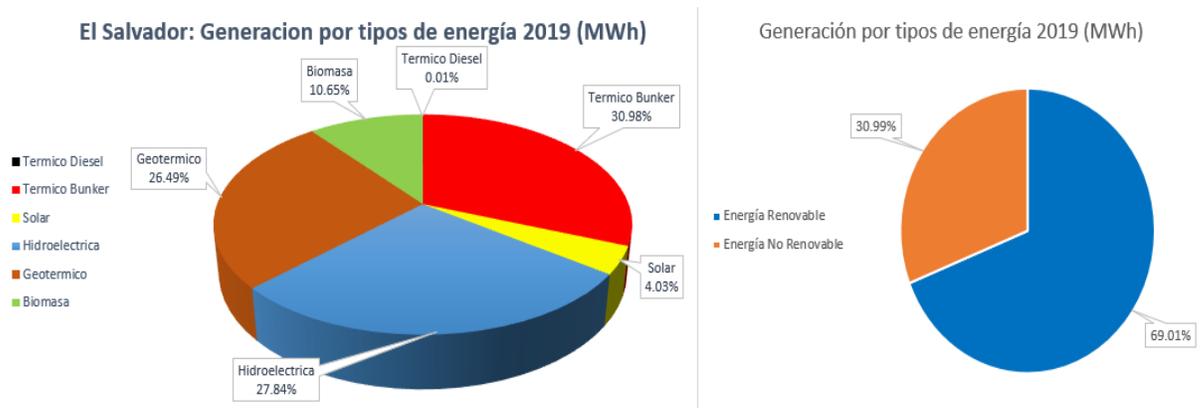
**Fuente:** Elaboración propia en base a datos del Consejo Nacional de Energía (CNE).

**Gráfico 3.13 Generación por tipo de fuentes año 2018 (MWh)**



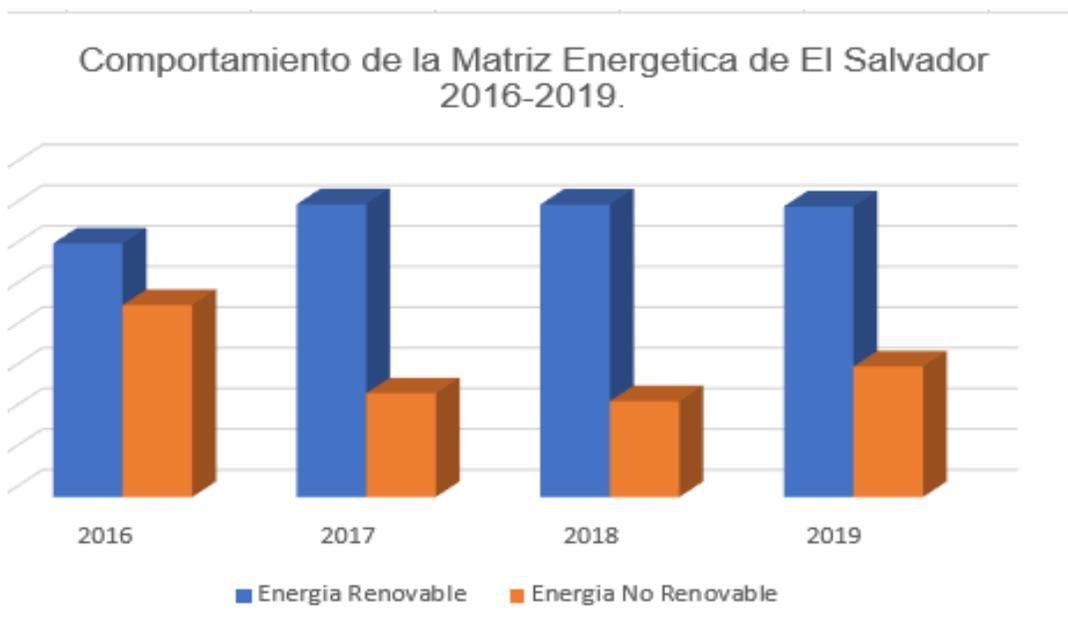
**Fuente:** Elaboración propia en base a datos del Consejo Nacional de Energía (CNE).

**Gráfico 3.14 Generación por tipo de fuentes año 2019 (MWh)**



**Fuente:** Elaboración propia en base a datos del Consejo Nacional de Energía (CNE).

Gráfico 3.15 Comportamiento de la Matriz Energética de El Salvador 2016-2019.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Consejo Nacional de Energía (CNE).

A Nivel centroamericano la matriz energética de El Salvador es la menos diversificada constando únicamente de 4 tipos de fuentes renovables: hidroeléctrica, solar, geotérmica y biomasa. Siendo la energía geotérmica e hidroeléctrica los tipos de energía más relevantes.

El Salvador es el único país a nivel centroamericano que no genera energía eléctrica a partir de fuentes eólicas, actualmente se está desarrollando el primer parque eólico de El Salvador.

El comportamiento de las energías renovables en la matriz energética, se muestra de la siguiente manera:

Según el “**Consejo Nacional de Energía. San Salvador. (2017)**”. **Informe anual 2016 del mercado eléctrico de El Salvador**”. En el año 2016 se generaron 3,119,460.14 MWh, en el año 2017 se muestra una cifra equivalente a 3,602,682.54MWh observándose un aumento de 15.49% en relación al año anterior.

En el año 2018 se observa una cifra de 3,598,939.50MWh, mientras que en el año 2019 3,575,594.89MWh observándose un decrecimiento de 0.10% en base al año anterior. Como se puede observar la energía hidroeléctrica y geotérmica son los tipos de fuentes renovables que aportan más energía a la matriz energética. En el año 2019 a nivel centroamericano el fenómeno del niño agudizo las sequías, supliendo con combustibles fósiles la demanda de electricidad que en esos momentos no es capaz de generar la hidráulica.

### 3.2.3.1 Análisis del comportamiento de la matriz energética de El Salvador por tipos de fuentes periodo 2016-2019.

#### **Análisis del uso de combustibles fósiles (Diesel, Bunker)**

La generación de electricidad de **tipo termoeléctrico** se realiza con combustibles fósiles. El Salvador cuenta con centrales que utilizan diesel o bunker. En el año 2016 la producción de energía de tipo termoeléctrico fue de 2,362,004.53 MWh, mientras que en el año 2019 se presentó una producción equivalente a 1,605,887.72 MWh, reduciendo progresivamente su dependencia en el uso de **combustibles fósiles**. El Salvador ha trazado un camino en el cual se pretende presentar una matriz energética en la cual se vayan reduciendo paulatinamente el grado de dependencia de los combustibles fósiles, y de esta forma lograr minimizar el impacto medioambiental.

#### **Análisis Energía Hidroeléctrica**

La **energía hidroeléctrica** es la fuente renovable con mayor porcentaje de producción, actualmente el 28% de la energía consumida en El Salvador, es de tipo hidroeléctrico. En los últimos años dado las condiciones de lluvia y disponibilidad de agua en los embalses la energía hidroeléctrica ha aportado en promedio un 30% de la demanda energética que requiere anualmente el Salvador.

#### **Análisis Energía Solar**

En cuanto a la **energía solar** el porcentaje de generación en el año 2016 fue de 0% presentando un incremento del 4.73% en el año 2019. El salvador cuenta con proyectos tales como: “Proyecto Bósforo” con una capacidad instalada de 100 MW y “Providencia Solar” con una capacidad de 101MW.

#### **Análisis Energía Eólica.**

El salvador a nivel centroamericano es el único país que no ha logrado desarrollarse en el uso de este tipo de fuente. Actualmente se está construyendo el primer parque eólico que inyectará 50MW a la red, y permitirá finalmente transformar los vientos del Salvador en energía eléctrica, siguiendo de esta manera los pasos de Nicaragua, Costa Rica, Guatemala y Honduras.

#### **Análisis Energía Geotérmica**

La **energía geotérmica** actualmente satisface el 27% de la energía consumida en el país. El aumento de producción de energía geotérmica es una prioridad para lograr cumplir con las metas establecidas por el país en el desarrollo de energías renovables. A nivel centroamericano el Salvador es el país líder en la producción de energía geotérmica. El Salvador continúa trabajando para incrementar la producción de energía a base de geotermia.

#### **Análisis Energía Biomasa.**

En el año 2019, el 11% de la capacidad instalada de energía eléctrica en el salvador es procedente de fuentes **biomasa**. A nivel centroamericano Guatemala, Nicaragua y el Salvador son los países que destacan en el aprovechamiento de fuentes de tipo Biomasa.

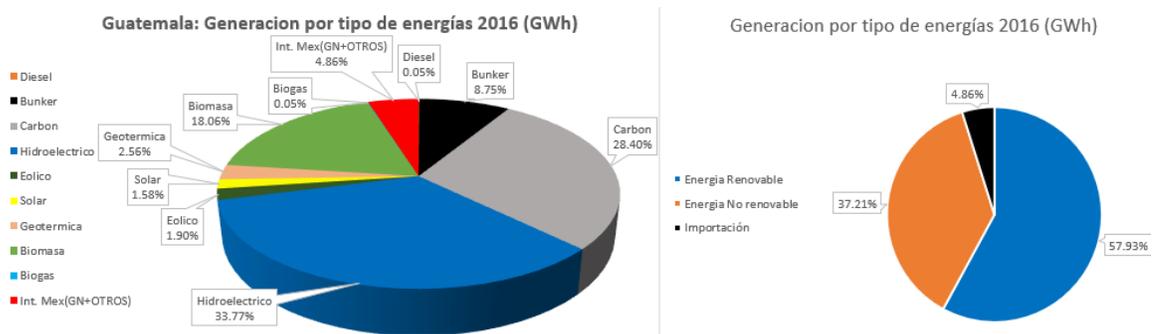
### 3.2.4. Comportamiento de la matriz energética de Guatemala periodo 2016-2019.

**Tabla 3.4 Generación por tipos de energía Guatemala periodo 2016-2019.**

Tipos de Energías.	Generación por tipo de energía (GWh) 2016.	Generación por tipo de energía (GWh) 2017.	Generación por tipo de energía (GWh) 2018.	Generación por tipo de energía (GWh) 2019.
Diesel	5.84	5.33	1.92	1.61
Bunker	990.06	422.53	391.22	493.98
Carbón	3,212.15	2,777.32	4,289.69	4,508.69
Hidroeléctrico	3,819.55	5,571.69	5,019.205	4,235.32
Eólico	214.91	216.68	318.51	330.31
Solar	178.84	177.74	181.96	206.49
Geotérmico	289.23	253.22	247.83	260.32
Biomasa	2,043.03	1,854.67	1,872.22	2,049.184
Biogás	6.08	6.78	11.31	12.73
Importaciones	549.94	757.95	577.12	682.88

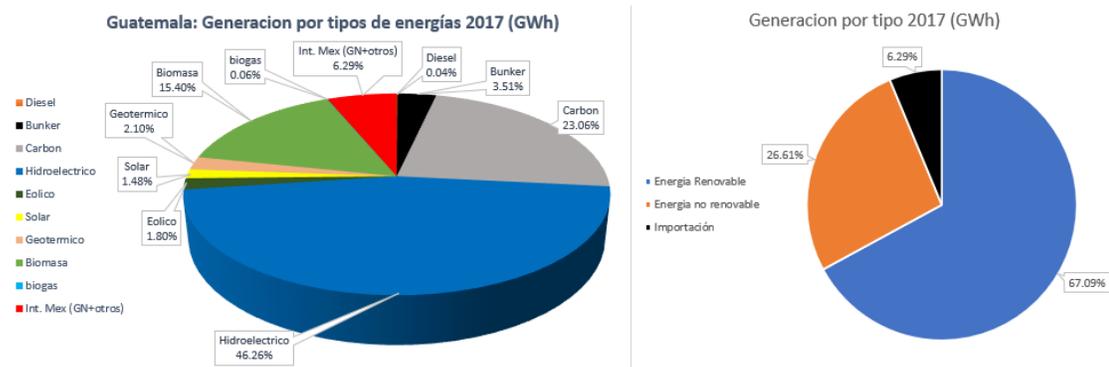
Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

**Gráfico 3.16 Generación por tipo de fuentes año 2016 (GWh)**



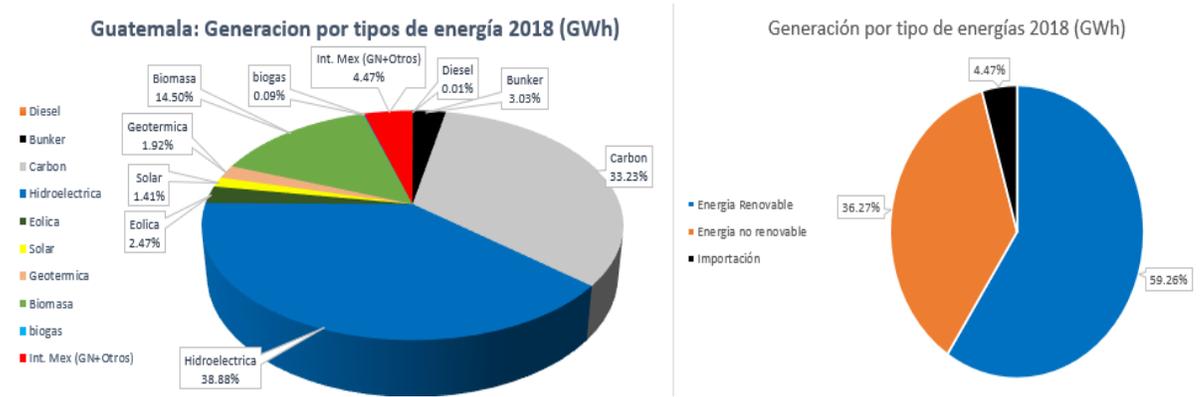
Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

**Gráfico 3.17 Generación por tipo de fuentes año 2017 (GWh)**



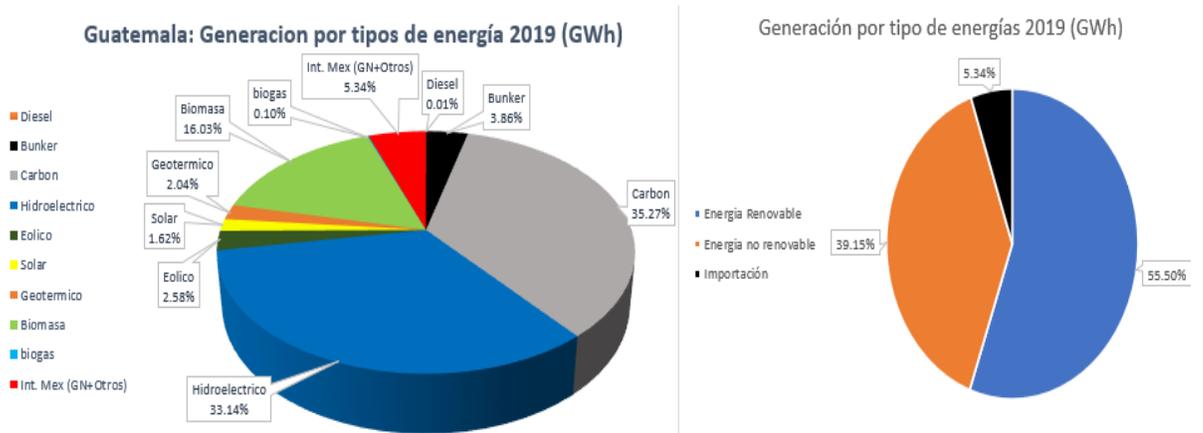
Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

**Gráfico 3.18 Generación por tipo de fuentes año 2018 (GWh)**



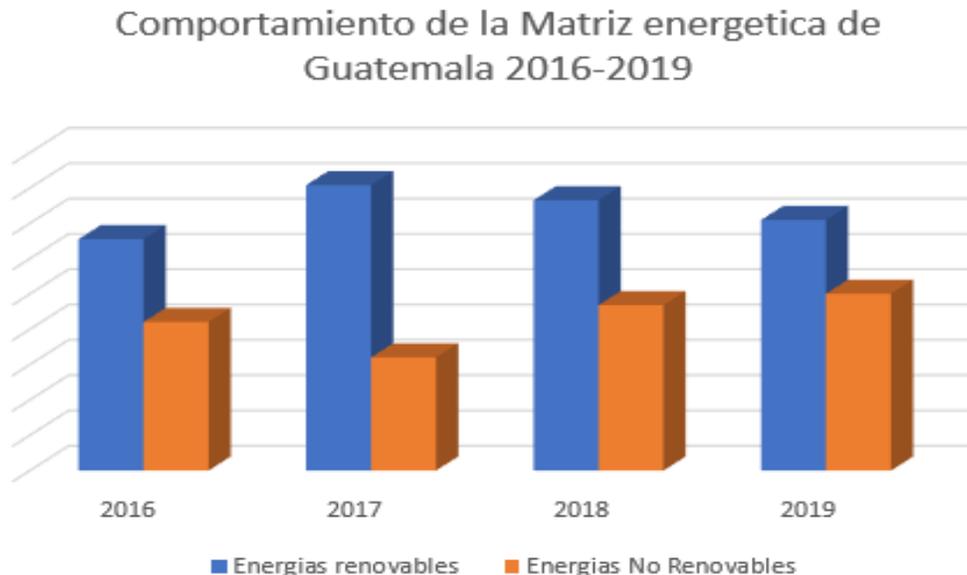
**Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).**

**Gráfico 3.19 Generación por tipo de fuentes año 2019 (GWh)**



**Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).**

Gráfico 3.20 Comportamiento de la Matriz Energética de Guatemala 2016-2019.



**Fuente:** Elaboración propia en base a datos de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

En el caso de Guatemala nos encontramos ante una matriz energética altamente diversificada, a nivel centroamericano el país guatemalteco es el único país que inyecta a la red energía eléctrica a partir de fuentes biogás, los demás países de la región centroamericana explotan este tipo de energía, pero no a gran escala, mientras que Guatemala cuenta con proyectos, ya que tiene plantas de biogás que le permiten generar energía eléctrica a partir de residuos orgánicos.

El comportamiento de la matriz energética de Guatemala en los últimos 4 años ha sido de la siguiente forma:

Según el “**Ministerio de energía y mina (MEM). Guatemala**”. **Informe estadístico anual (2016) Dirección general de energía**”. En el año 2016 se generaron 6,551.67. GWh a partir de los 6 tipos de fuentes renovables existentes en Guatemala, mientras que en el año 2017 se observa una cifra equivalente a 8,080.79GWh, siendo este su mejor año de producción de energía de carácter renovable en los últimos 4 años.

Por otra parte, en el año 2018 se produjeron 7,651.05 GWh. En el año 2019, se muestra una cifra de 7,094.38GWh de carácter renovable, observándose un decrecimiento de 7.28% con respecto al año anterior. A nivel centroamericano se puede concluir que el 2019 fue el peor año de producción de energía renovable, esto se debe a la crisis y los estragos que deja enfrentarse a sequías, sobre todo cuando en la mayoría de los países la energía hidráulica se coloca como uno de los tipos principales para la producción de energía renovable, es por esto que los países se han visto obligados a hacer uso de los combustibles fósiles para poder satisfacer la demanda energética. En el caso de Guatemala para lograr suplir la demanda energética, se han visto obligados a hacer uso de los combustibles fósiles y también a comprar energía a México para lograr hacerle frente a la crisis energética provocada por la disminución de la producción de energía hidráulica

### *3.2.4.1 Análisis del comportamiento de la matriz energética de Guatemala por tipos de fuentes periodo 2016-2019.*

#### **Análisis del uso de Combustibles fósiles**

El consumo de energía precedente de **combustibles fósiles** en Guatemala actualmente representa el 40% de la matriz energética del país. Poco a poco se ha logrado realizar cambios en la matriz energética, logrando reducir el impacto ambiental al ir disminuyendo la dependencia de combustibles fósiles, incrementando la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables.

#### **Análisis Energía Hidroeléctrica.**

Las fuentes renovables han ganado terreno en la matriz energética de Guatemala. Actualmente el 33.14% de energía producida en Guatemala procede de fuentes hidroeléctricas. El complejo **hidroeléctrico** “Renace” es el proyecto hidroeléctrico más grande de Guatemala. Las plantas hidroeléctricas son un elemento importantísimo del país, considerando que Guatemala tiene un potencial hídrico muy grandes, y ríos caudalosos.

#### **Análisis Energía Eólica**

Las **fuentes eólicas** representan actualmente 2.58% de la generación total de energía eléctrica en Guatemala. En el año 2018 se inauguró el parque eólico “Las Cumbres” con una capacidad instalada de 31.5MW.

#### **Análisis Energía Solar**

El año 2019 fue el año en el cual se obtuvo una mayor producción de energía a partir de este tipo de fuente, tomando en cuenta que el 1.62% de energía de la matriz energética correspondía a fuentes de tipo **solar**. En el año 2017 se inauguraron 5 proyectos solares: “Gran Solar la Avellana” “Gran Solar Taxisco” “Gran Solar El Jobo” “Gran Solar Pedro de Alvarado y “Gran Solar Buena Vista” los cuales en conjunto inyectaran 6.5MW a la red.

#### **Análisis Energía Geotérmica.**

Por otra parte la **energía geotérmica**, es un tipo de fuente poco aprovechada en Guatemala, al igual que las energías de tipo solar y eólico. Actualmente el porcentaje de producción de energía a partir fuentes geotérmicas es de 2.04%. Invertir en proyectos geotérmicos en Guatemala es una buena opción, considerando que Guatemala es un país rico en recursos geotérmicos. A nivel centroamericano en países como El Salvador y Guatemala la utilización de este tipo de fuente, todavía no está extendida, presentando un crecimiento más lento que el de otras formas de energía renovable.

#### **Análisis Energía Biomasa**

Dentro de los tipos de fuentes renovables los dos tipos de que sobresalen son: energía hidroeléctrica y biomasa. A nivel centroamericano los países líderes en la generación de energía a partir de fuentes Biomasa son: Nicaragua y Guatemala. Actualmente el 16.03% de la energía que es inyectada a la red procede de **fuentes biomasa**. En el año 2016 se inauguraron dos plantas Biomasa “San Isidro” y la tercera etapa del proyecto “Pantaleón”

### Analisis Energia Biogas.

A nivel centroamericano Guatemala es el unico pais que cuenta con plantas Biogas, el crecimiento de este tipo de energia ha sido lento. Actualmente se muestran datos en los cuales el 0.10% de energia producida en guatemala corresponde a **fuentes biogas**.

### Analisis de Importaciones de energia electrica

El porcentaje de **importacion de energia** para satisfacer la demanda energetica ha aumentado en los ultimos años, esta energia es comprada a Mexico. Entre el año 2016 y 2017 se muestra un crecimiento de 1.43% en compras de energia a Mexico, mientras que en el periodo 2018-2019 se muestra un incremento equivalente a 0.87% en compras de energia a Mexico.

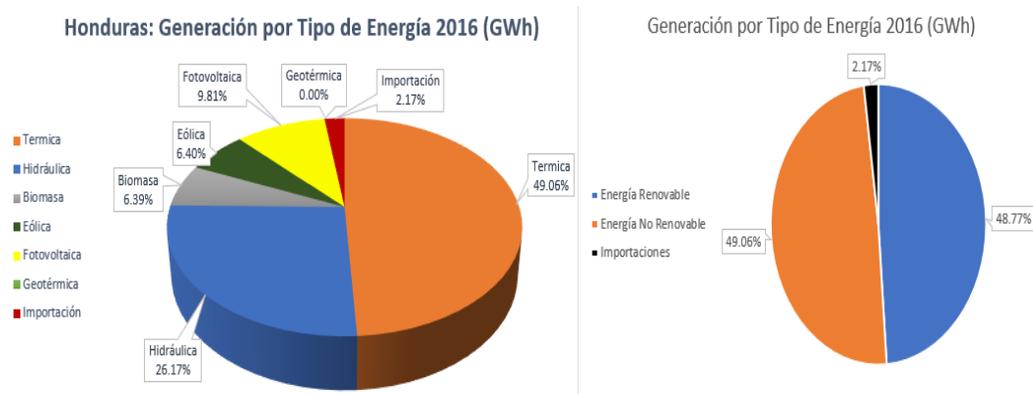
### 3.2.5. Comportamiento de la matriz energética de Honduras periodo 2016-2019.

**Tabla 3.5 Generación por tipo de energía Guatemala periodo 2016-2019.**

Tipos de Energías	Generación por tipo de energía (GWh) 2016.	Generación por tipo de energía (GWh) 2017.	Generación por tipo de energía (GWh) 2018.	Generación por tipo de energía (GWh) 2019.
Térmica	4,404.06	3,910.70	3,645.40	3,987.38
Hidráulica	2,349.5	3,088.10	3,268.10	2,901.90
Biomasa	573.5	752.2	694.6	673.43
Eólica	574.1	578.1	928.7	693.43
Fotovoltaica	880.8	923.7	992.8	932.43
Geotérmica	0	92.6	297.1	129.9
Importaciones	195.2	328.6	65.6	196.46

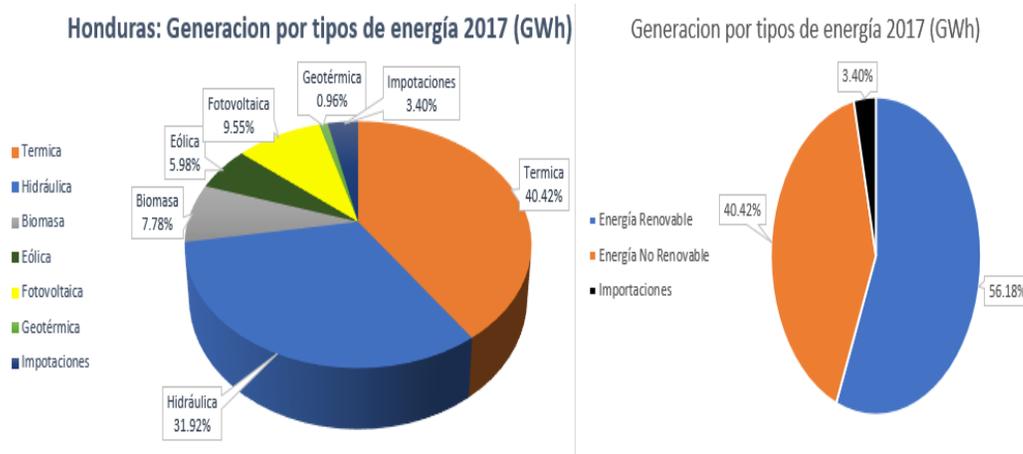
Fuente: Elaboracion propia en base a datos de Empresa Nacional de Energia Electrica (ENEE).

**Gráfico 3.21 Generación por tipo de fuentes año 2016 (GWh)**



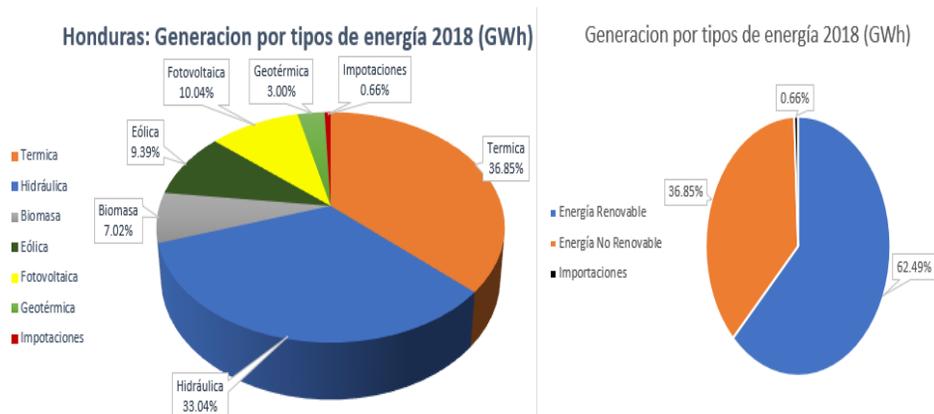
Fuente: Elaboracion propia en base a datos de Empresa Nacional de Energia Electrica (ENEE).

**Gráfico 3.22 Generación por tipo de fuentes año 2017(GWh)**



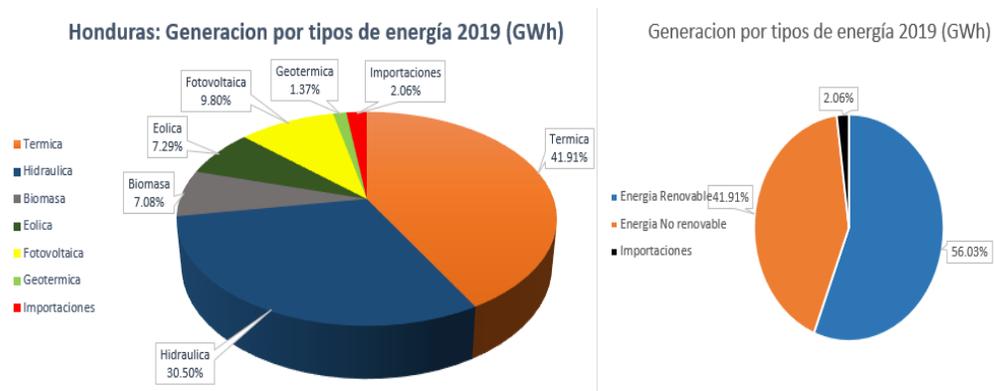
**Fuente:** Elaboracion propia en base a datos de Empresa Nacional de Energia Electrica (ENEE).

**Gráfico 3.23 Generación por tipo de fuentes año 2018(GWh)**



**Fuente:** Elaboracion propia en base a datos de Empresa Nacional de Energia Electrica (ENEE).

**Gráfico 3.24 Generación por tipo de fuentes año 2019(GWh)**



**Fuente:** Elaboracion propia en base a datos de Empresa Nacional de Energia Electrica Honduras (ENEE) .

Grafico 3.25 Comportamiento de la Matriz Energetica de Honduras 2016-2019.



Fuente: Elaboracion propia en base a dato de Empresa Energia Honduras (EEH) .

La matriz energetica de Honduras es una matriz diversificada, sin embargo importan energia de otros paises para lograr satisfacer totalmente su demanda energetica.

El comportamiento de la matriz energetica en los ultimos años ha ocurrido de la siguiente manera:

Según “**Empresa nacional de energía eléctrica (ENEE). Honduras. (2016)**”. Informe de boletín estadístico”. En el año 2016 se muestra una cifra equivalente a 4,377.90GWh generados a partir de los 5 tipo de fuentes renovables con los que cuenta Honduras. En el año 2017 se generaron 5,434.70GWh mostrandose un incremento correspondiente a 24.24% en relacion al año anterior.

En el año 2018 los datos demuestran que se generaron 6,181.30GWh a partir de fuentes renovables, mientras que en el año 2019 esta cifra cambio a 5,331.09GWh observandose una caida de 13.75% en relacion al año anterior. La razon por la cual ocurre esto es debido a que se muestran disminuciones en los niveles de generacion de energia renovable, obligando a tener que hacer uso de las fuentes renovables y las importaciones de energia para poder satisfacer la demanda **energetica** del pais. Los tipos de energias renovables que muestran valores de disminucion son: energia geotermica y energia hidroelectrica. El fenomeno de El Niño obligo a ENEE a comprar energia a otros paises para sustituir la generacion hidraulica, este fenomeno dejo estragos, las plantas a filo de agua se encontraban fuera de servicio por la prolongada sequia. Los objetivos de estas compras son evitar el racionamiento del fluido electrico a la poblacion, asi como atender la demanda del pais.

### *3.2.5.1 Analisis del comportamiento de la matriz energetica de Honduras por tipos de fuentes periodo 2016-2019.*

#### **Analisis del uso de Combustibles fosiles**

Los datos muestran que en los ultimos años la matriz de Honduras ha cambiado de forma satisfactoria, para el año 2016 el porcentaje de energia de tipo termico era de mas del 49%, mientras que actualmente alcanza un porcentaje de 41.21% logrando reducir considerablemente su dependencia de los **combustibles fosiles**, estos datos demuestran como Honduras ha logrado progresivamente aumentar la produccion de energia utilizando fuentes renovables.

### **Analisis Energia Hidroelectrica**

La **energia hidroelectrica** en Honduras es actualmente la mayor fuente de generacion de energia. El 28% de energia electrica con la que es abastecida el pais corresponde a este tipo de fuentes. A nivel centroamericano este es uno de los tipos de energias predominantes. Honduras cuenta con proyectos tales como: "Patuca III" la segunda etapa de un proyecto hidroelectrico, con una capacidad instalada equivalente a 104MW.

### **Analisis Energia Solar**

En el caso de la **energia solar**, los porcentajes de produccion de energia solar se han mantenido, en el año 2016 el 9.81% de energia electrica provenia de fuentes solares, mientras que en el año 2019 se muestran datos en los cuales el 9.80% de produccion de energia electrica es de tipo solar. A nivel centroamericano Honduras se posiciona como el pais lider en la produccion de energia solar fotovoltaica. En el año 2018 se instalaron parques solares, uno de ellos es: "Los Prados" con una capacidad instalada de 35MW.

### **Analisis Energia Eolica**

En cuanto a la **energia eolica** se observan datos en donde se muestra que el año en el cual hubo un mayor porcentaje de generacion a partir de este tipo de fuente fue el año 2018 con un porcentaje de 9.39%, mientras que actualmente se muestra un porcentaje equivalente a 7.29%. En el año 2016 se inauguro la segunda etapa del proyecto eolico "Cerro Hula" con una capacidad instalada de 24MW y en el año 2018 se inauguro el proyecto eolico "Chinchayote" con una capacidad instalada de 46.2MW. De esta forma Honduras aumenta su capacidad energetica con la instalacion de parques eolicos.

### **Analisis Energia Geotermica**

Por otra parte la **energia geotermica**, es un tipo de fuente poco aprovechada en Honduras. En el año 2016 no se generaba energia a partir de este tipo de fuente. La primer planta geotermica en Honduras fue inaugurada en el 2017, el proyecto geotermico "Plantanares" cuya capacidad es de 35MW. Actualmente el porcentaje de produccion de energia a partir de este tipo de fuente es de 1.37% .

### **Analisis Energia Biomasa**

La energia **biomasa** por su parte actualmente el 7.08% de energia de Honduras corresponde a este tipo de fuente. A partir del año 2016, año en el que fue inaugurada la primer planta biomasa la generacion de energia electrica a partir de biomasa se convirtio en una realidad. Honduras esta tomando la direccion hacia las energias renovables, y dentro de estas, la biomasa posiblemente tendra una participacion a mediano o largo plazo.

### **Analisis Importaciones de energia electrica**

En el año 2016 se compraron 195.2GWh al mercado regional equivalente al 2.17% del total de la matriz energetica. Mientras que en el año 2017 fueron comprados 328.60Gwh al mercado regional (3.40% del total de la matriz), 133.4GWh (1.23%) mas que el al año anterior. En el año 2017 se logro una mayor produccion local de energia logrando de esta manera sustituir parte de las **importaciones** comprando 65.6GWh, mientras que actualmente 196.46GWh (2.06%) del total de la matriz energetica, corresponden a **importaciones**.

## CAPITULO 4: PANORAMA DE LAS ENERGIAS RENOVABLES EN NICARAGUA Y EN LA REGION CENTROAMERICANA.

### 4.1 Breve Reseña del panorama de las energías renovables en Nicaragua.

Nicaragua es el país más grande en superficie de Centroamérica cuenta con 130,373.47 km<sup>2</sup>, con la economía más pequeña de la región. Además, presenta la menor densidad de población, la situación del sector energético se caracteriza por una alta demanda energética y un escaso aprovechamiento del potencial de las fuentes de energía renovable, haciéndolo un país con una alta dependencia del consumo de combustibles fósiles.

La matriz de generación de energía en Nicaragua muestra una alta dependencia de los hidrocarburos. Según el “**Instituto Nacional de Energía (INE). Nicaragua. (2019)**”. **Informe de Generación bruta de energía eléctrica sistema eléctrico nacional**”, en ese año la generación de energía eléctrica tenía una participación porcentual de 48% en combustibles fósiles y el porcentaje restante era generado con fuentes renovables, con una participación de 4.65% de plantas hidroeléctricas, un 13.88% de origen geotérmico, un 14.24% de biomasa, el 18.65% eólica y el 0.58% proveniente de parques solares.

Existen en marcha varias iniciativas para incrementar la generación de energía a través de inversiones en proyectos renovables. Además, el potencial hidroeléctrico de Nicaragua es muy importante, por lo que, con las políticas e incentivos adecuados y el marco jurídico e institucional fortalecido, se logrará atraer la atención de nuevos inversionistas en el sector de energías renovables.

Las energías renovables se clasifican en: eólica, solar, biomasa, hidroeléctrica, geotérmica, mareomotriz entre otras, para el caso específico de Nicaragua el potencial y aprovechamiento de las energías renovables se encuentra definido en la siguiente tabla:

**Tabla 4.1**  
**Aprovechamiento de las Energías Renovables en Nicaragua**

Tipo de generación en tecnología renovable	Potencial aprovechable en (MW)	Capacidad instalada efectiva en (MW)	Porcentaje de aprovechamiento en (%)
Hidroeléctrica	2,000	146.80	7.34 %
Geotérmica	1,500	91.64	6.11 %
Eólica	800	169.80	21.23 %
Biomasa	200	199	99.5 %
Solar	1,000	13	1.3 %

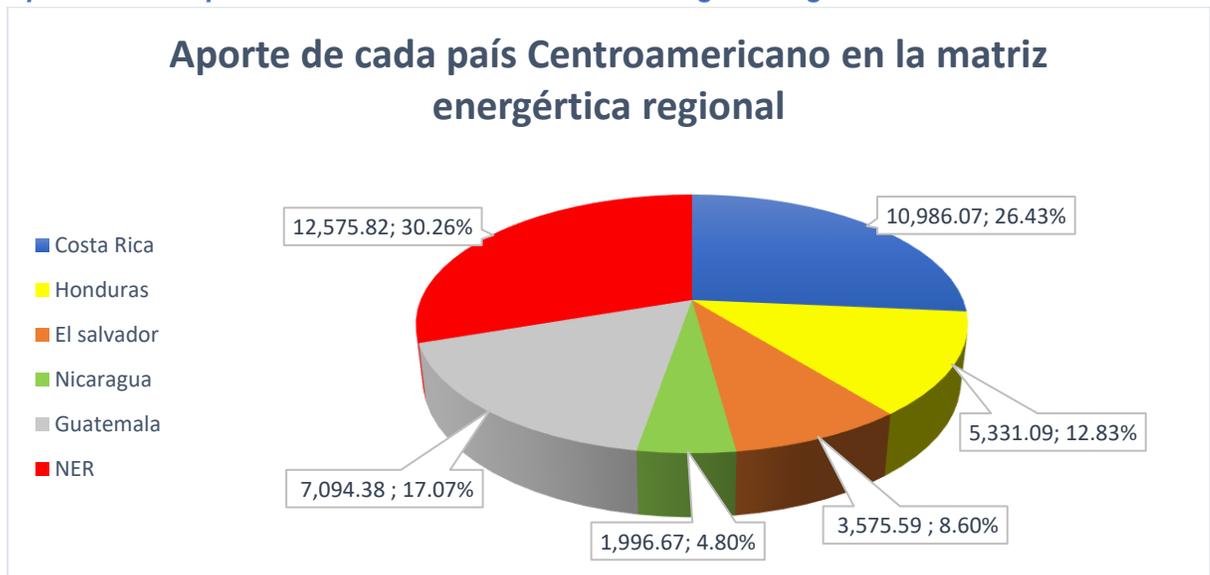
Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenido por Instituto Nicaragüense de Energía (INE).

Según el informe “**Instituto Nacional de Energía (INE). Nicaragua. (2019). Capacidad Instalada Sistema Eléctrico Nacional**”. Nicaragua cuenta con una capacidad de energía instalada de 1,612.41 MW de los cuales el 55.09% equivalente a 888.31 MW corresponde a plantas térmicas y el restante 44.91% correspondiente a 724.10 MW pertenecientes a fuentes de energías renovables como: hidroeléctrica, geotérmica, eólica, biomasa, solar.

Durante el 2019, las fuentes renovables aportaron el 69,75% de la producción de electricidad en los 5 países centroamericanos, el aporte de cada país fue: Costa Rica 26.43%, seguido por Guatemala 17.07%, Honduras 12.83%, El Salvador 8.60% y Nicaragua con el 4.80%.

**Gráfico 4.1**

*Aporte de cada país centroamericano en la matriz energética regional*

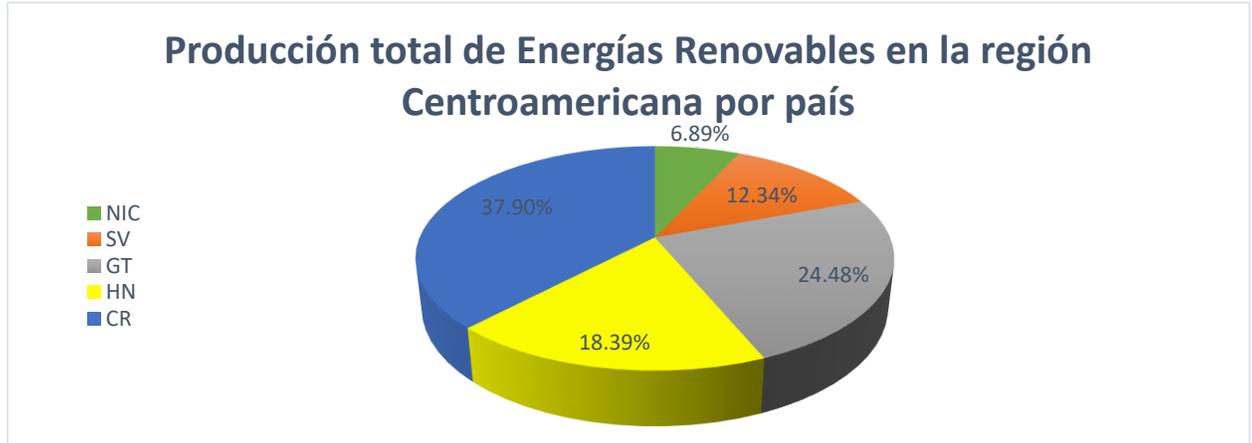


**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos de las reguladoras de energía de cada país.

El total de energía renovable producida en 2019 en los países centroamericanos fue de unos 28,983.73 GWh, la participación por países fue de la siguiente forma: Costa Rica (37.90%); Guatemala (24.48%); Honduras (18.39%); El Salvador (12.34%); Nicaragua (6.89%).

**Gráfico 4.2**

*Porcentaje total de Energías Renovables generadas en la región Centroamericana por país*



**Fuente:** Elaboración propia basada en datos obtenidos por reguladoras de energía de cada país.

En base a los datos obtenidos se puede concluir lo siguiente: Nicaragua se encuentra por debajo de los demás países centroamericanos en producción de energías renovables, esto se debe que aún no se ha explotado fuertemente el potencial energético renovable de Nicaragua, además, no se han ejecutado proyectos de gran escala que ayuden a dar un mayor aporte en la matriz, también, se ha visto un caída en las inversiones de proyectos de energías renovables en el país, sin embargo, se están haciendo esfuerzos porque las energías renovables tengan un mayor aporte en la matriz energética del país y asimismo en la región. Las cifras registradas en los últimos años muestran un rumbo significativo en el sendero de la diversificación a favor de las energías renovables en Centroamérica (en 2016 representaban 67,05%).

A continuación, se muestran una serie de tablas y gráficos que reflejan las capacidades y tipos de energías renovables instaladas en Centroamérica por país en MW durante el periodo 2016-2019 y posteriormente un análisis comparativo de Nicaragua con respecto a los demás países de la región central.

**Tabla 4.2**

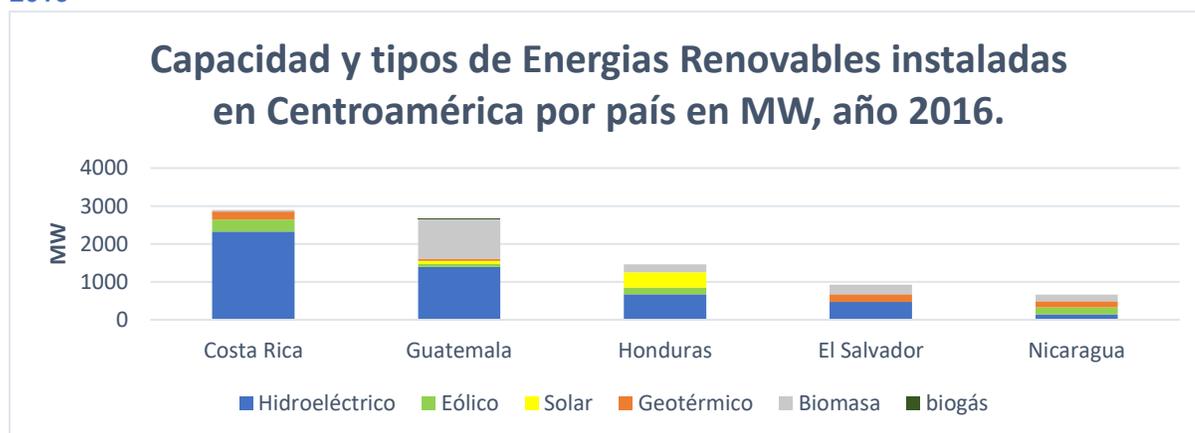
*Capacidad y tipos de energías renovables instaladas por país en Centroamérica por país en MW, año 2016*

Tecnología	Costa Rica	Guatemala	Honduras	El Salvador	Nicaragua
<b>Hidroeléctrico</b>	2,328.10	1,350.30	670.39	495.10	142.50
<b>Eólico</b>	319.1	75.90	175.00	-	186.20
<b>Solar</b>	1.00	85.00	409.00	-	1.38
<b>Geotérmico</b>	206.90	49.20	-	204.40	153.24
<b>Biomasa</b>	40.00	1,083.70	209.70	252.20	176.60
<b>Biogás</b>	-	2.30	-	-	-
<b>Total</b>	<b>2,895.10</b>	<b>2,646.10</b>	<b>1,464.09</b>	<b>951.7</b>	<b>659.92</b>

Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos de Informe anual de estadísticas de producción de electricidad de los países del SICA informes 2018 y reguladoras de energía de cada país.

**Gráfico 4.3**

*Capacidad y tipos de energías renovables instaladas en Centroamérica por país en MW, año 2016*



Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos de Informe anual de estadísticas de producción de electricidad de los países del SICA informes 2018 y reguladoras de energía de cada país.

**Tabla 4.3**

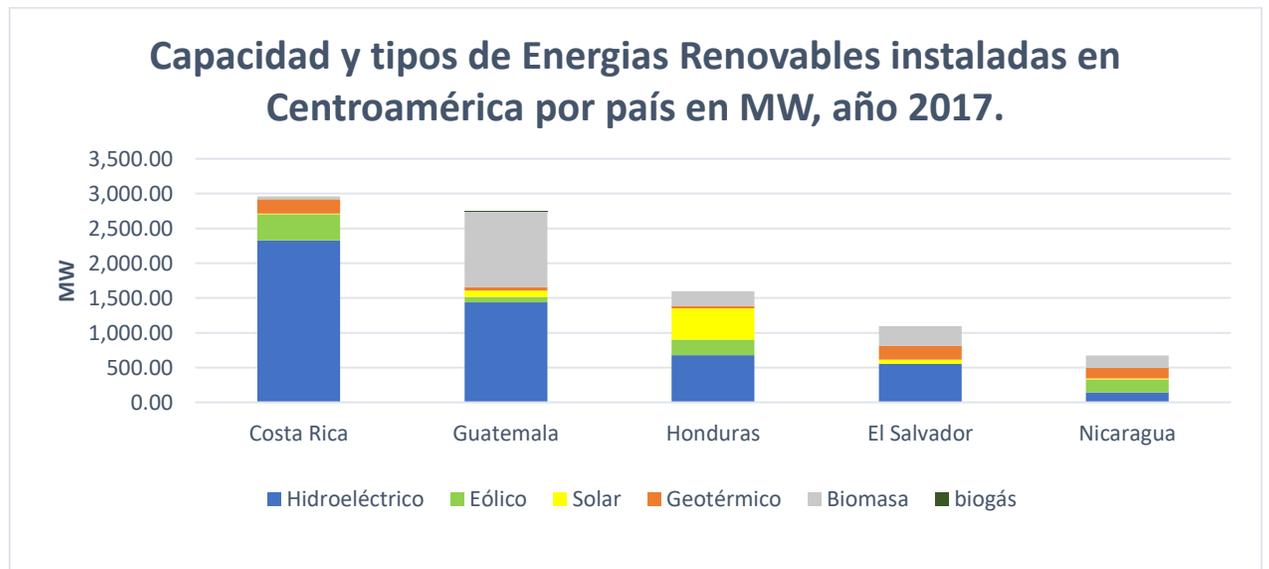
*Capacidad y tipos de Energías Renovables instaladas por país en Centroamérica por país en MW, año 2017*

Tecnología	Costa Rica	Guatemala	Honduras	El Salvador	Nicaragua
<b>Hidroeléctrico</b>	2,328.10	1,437.70	675.80	574.40	142.50
<b>Eólico</b>	379.1	75.90	225.00	-	186.20
<b>Solar</b>	5.40	91.50	450.90	101	13.96
<b>Geotérmico</b>	206.90	49.20	35.00	204.40	153.24
<b>Biomasa</b>	40.00	1,083.70	209.70	263.45	176.60
<b>Biogás</b>	-	5.90	-	-	-
<b>Total</b>	<b>2,959.50</b>	<b>2,743.90</b>	<b>1,596.40</b>	<b>1,143.25</b>	<b>672.50</b>

Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos de Informe anual de estadísticas de producción de electricidad de los países del SICA informes 2018 y reguladoras de energía de cada país.

**Gráfico 4.4**

*Capacidad y tipos de Energías Renovables instaladas en Centroamérica por país en MW, año 2017*



Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos de Informe anual de estadísticas de producción de electricidad de los países del SICA informes 2018 y reguladoras de energía de cada país.

**Tabla 4.4**

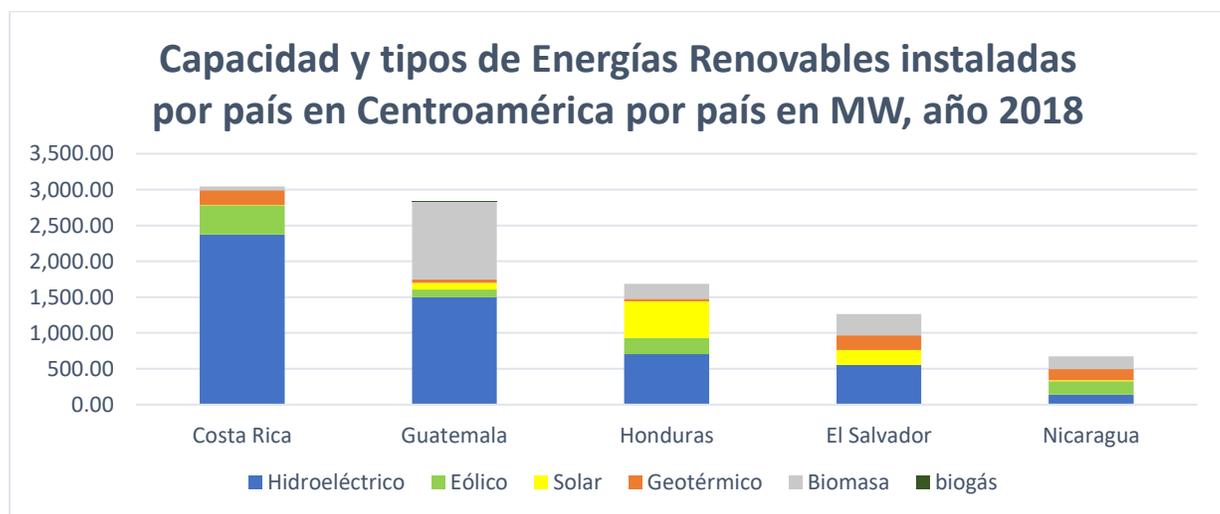
*Capacidad y tipos de Energías Renovables instaladas por país en Centroamérica por país en MW, año 2018*

Tecnología	Costa Rica	Guatemala	Honduras	El Salvador	Nicaragua
<b>Hidroeléctrico</b>	2,371.40	1,500	709.19	574.40	142.50
<b>Eólico</b>	410.60	107.40	225.00	-	186.20
<b>Solar</b>	5.40	92.50	514.08	161	13.96
<b>Geotérmico</b>	261.90	49.20	35.00	204.40	153.24
<b>Biomasa</b>	52.50	1,083.70	209.70	290.60	176.60
<b>Biogás</b>	-	5.90	-	-	-
<b>Total</b>	<b>3,046.80</b>	<b>2,838.70</b>	<b>1,692.97</b>	<b>1,230.40</b>	<b>672.50</b>

Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos de Informe anual de estadísticas de producción de electricidad de los países del SICA informes 2018 y reguladoras de energía de cada país.

**Gráfico 4.5**

*Capacidad y tipos de Energías Renovables instaladas en Centroamérica por país en MW, año 2018*



Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos de Informe anual de estadísticas de producción de electricidad de los países del SICA informes 2018 y reguladoras de energía de cada país.

**Tabla 4.5**

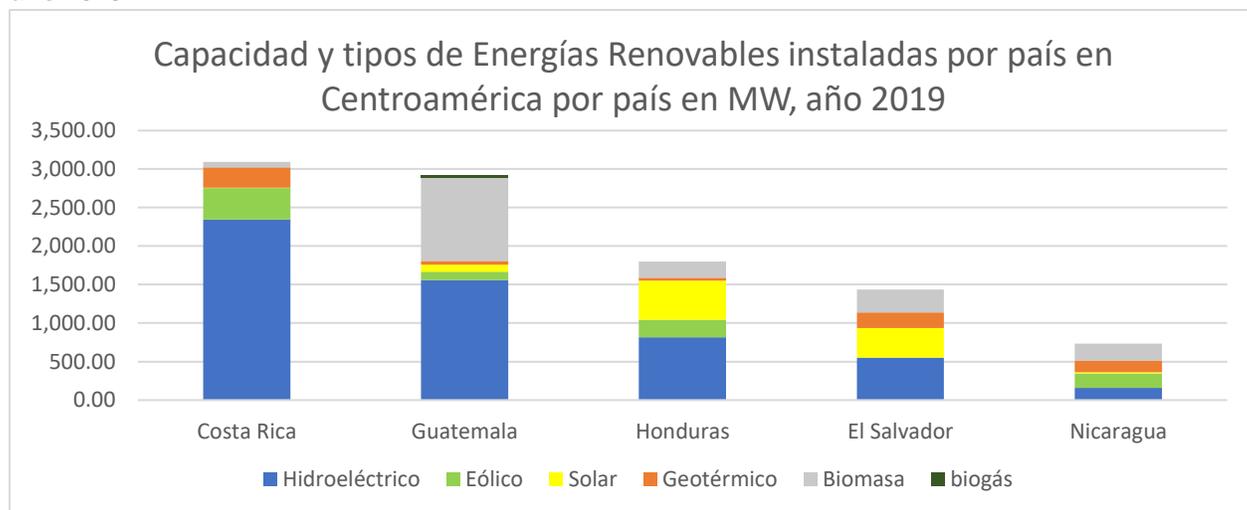
*Capacidad y tipos de Energías Renovables instaladas por país en Centroamérica por país en MW, año 2019*

Tecnología	Costa Rica	Guatemala	Honduras	El Salvador	Nicaragua
<b>Hidroeléctrico</b>	2,354.40	1,559.88	813.19	574.40	150.1
<b>Eólico</b>	410.60	107.40	225.00	-	186.20
<b>Solar</b>	5.40	92.50	514.08	274.62	16.36
<b>Geotérmico</b>	261.90	49.20	35.00	204.40	153.24
<b>Biomasa</b>	71.00	1,083.70	209.70	290.60	218.20
<b>Biogás</b>	-	29.90	-	-	-
<b>Total</b>	<b>3,103.30</b>	<b>2,914.98</b>	<b>1,796.27</b>	<b>1,344.02</b>	<b>724.10</b>

Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos de las Empresas reguladoras de energía de cada país.

**Gráfico 4.6**

*Capacidad y tipos de Energías Renovables instaladas en Centroamérica por país en MW, año 2019*



Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos por las Empresas reguladoras de energía de cada país.

## 4.2 Análisis comparativo del panorama de las energías renovables de Nicaragua en relación a los demás países de la región centroamericana.

El Panorama de las Energías Renovables en Nicaragua ha presentado una baja significativa en comparación a los demás países de la región centroamericana. En el año 2019, los países de la región central mostraban una capacidad instalada por recursos renovables de la siguiente manera:

Costa Rica en Energía Hidráulica posee 2,354.40 MW, Eólica 410.60 MW, Solar 5.40 MW, Geotérmica 261.9 MW, Biomasa 71 MW.

Guatemala dispone en Energía Hidráulica 1,559.88 MW, Eólica 107.40 MW, Solar 92.50 MW, Geotérmica 49.20 MW, Biomasa 1,083.70 MW y Biogás 29.90 MW.

Honduras en Energía Hidráulica posee 813.19 MW, Eólica 225 MW, Solar 514.08 MW, Geotérmica 35 MW y Biomasa 209.70MW.

El Salvador en Energía Hidráulica 574.40 MW, Solar 274.62 MW, Geotérmica 204.40 MW y Biomasa 290.60 MW.

En Nicaragua en Energía Hidráulica dispone de una capacidad instalada de 150.1 MW, en Eólica 186.20 MW, Solar 16.36 MW, Geotérmica 153.24 MW y de Biomasa 218.20 MW, se puede observar que Nicaragua se encuentra en la parte más baja de capacidades instaladas por recursos renovables, siendo el país de la región que menos aprovecha sus recursos naturales para la generación de energía eléctrica, mientras que los demás países de la región han logrado beneficiarse de una manera significativa de sus recursos renovables explotando debidamente el potencial de los mismos, logrando aumentar su capacidad instalada por tipo de fuente en energías renovables, instalando nuevas tecnologías de generación y otros aprovechando en gran manera algunos tipos de fuente energéticas.

Costa Rica es el país que más ha aprovechado sus fuentes hídricas, eólicas y geotérmicas, siendo el país que más capacidad instalada dispone en esos recursos. Guatemala es el segundo país que ha aprovechado muy bien sus ríos para generar energía eléctrica, también es el país pionero en energía a base de biomasa y el único país que inyecta a su matriz energía a base de biogás. Honduras se ha consolidado en beneficiarse de los proyectos solares siendo el país que más proyectos ha instalado en esa área. El Salvador a pesar de aun no disponer de energía eólica ha venido aprovechando otros tipos de fuentes energéticas como lo son: energía solar, biomasa y la geotérmica. Nicaragua a pesar de no poseer grandes proyectos de energía renovable en estos últimos años, ha venido instalando proyectos de energía solar, pequeñas centrales hidroeléctricas y centrales de biomasa siendo esta ultima la que más capacidad ha instalado en el periodo 2016-2019.

## 4.3. Análisis comparativo de la capacidad instalada en los últimos 4 años de la región centroamericana.

En el periodo 2016-2019 no se muestran avances reveladores en el área de las tecnologías de energías renovables, se puede observar que se inauguraron únicamente 8 proyectos de generación a base de energía limpia, siendo esta la cifra más baja en cifras de capacidad instalada de los países de la región central, en ese periodo de tiempo se observa un incremento de 105.9MW en su capacidad instalada de energías renovables, mientras que los otros países de Centroamérica muestran cifras de incrementos significativas en su capacidad instalada de

energías renovables en ese mismo periodo: Guatemala aumento 701.82 MW en su capacidad instalada, Costa Rica aumento 650.40 MW, El Salvador 358.67 MW, y Honduras en donde se observa un incremento de 453.69 MW de capacidad instalada.

Nicaragua a pesar de disponer de un potencial energético en energías renovables de unos 5500 MW aproximadamente, al 2019 solo ha instalado el 13.30% de capacidad instalada en energías renovables.

Durante estos últimos 4 años Nicaragua no realizó incorporaciones de nuevas plantas de generación en energías eólicas y geotérmicas, siendo estos dos tipos de energías las que mayor potencial disponen en el país aún no han sido debidamente aprovechados para la producción de energía eléctrica, sin embargo, se han venido impulsando otros tipos de fuentes de generación renovable como lo son: la energía solar, biomasa y pequeñas centrales hidroeléctricas.

#### 4.4 Precios de la energía eléctrica en el Mercado eléctrico Regional (MWh)

A continuación, se muestra un listado de los precios de la energía eléctrica en base a datos obtenidos por el Mercado Eléctrico Regional en el año 2018, de los países que conforman el istmo centroamericano:

**Tabla 4.6 Precios de la energía eléctrica en el Mercado eléctrico regional (MWh).**

País	Precios de la energía eléctrica en el Mercado Eléctrico Regional (MWh)	Precio más alto (MWh)	Precio más bajo (MWh)
Nicaragua	\$115.83	\$131.70	\$102.38
Costa Rica	\$37.54	\$161.21	\$6.21
Honduras	\$108.70	\$126.86	\$86.65
El Salvador	\$98.09	\$120.97	\$85.28
Guatemala	\$58.66	\$83.36	\$38.04

**Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos por la Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE) informe anual 2018.**

La importancia de conocer los precios promedios de la energía eléctrica dentro del Mercado Eléctrico Regional radica en que esto es uno de los principales factores que repercuten fuertemente en la competitividad del sector nicaragüense, con respecto al de los demás países.

A nivel centroamericano el precio de energía más alto corresponde a Nicaragua, el precio de la electricidad es uno de los principales elementos que toman en cuenta las empresas extranjeras, al decidir en qué país de la región realizar sus inversiones, por lo que un alto costo representa un obstáculo más para atraer inversión. El costo de la energía eléctrica, es prioritario para la competitividad de los países, en la medida en que estos costos incrementan, su nivel de competencia en la región decrece. Por ello es imperativo conocer las causas que conllevan a esta carestía, y crear soluciones para superar esta situación.

Dentro de las causas que provocan esta carestía, se pueden mencionar las siguientes:

- Las altas pérdidas que se generan en el sistema, producto de las malas conexiones, sistemas viejos y falta de subestaciones.
- El mercado eléctrico regional es muy pequeño
- La alta dependencia del petróleo que aún tiene nuestro sistema, provocando que los costos de producción de energía sean bastante volátiles.

## CAPÍTULO 5: RETOS Y FORTALEZAS DEL SECTOR RENOVABLE EN LA REGIÓN CENTROAMERICANA.

### 5.1 Reseña de los avances y brechas del sector renovable en la región centroamericana.

La energía es una variable fundamental para el progreso de cualquier nación. Los países más avanzados han optado por un enfoque basado en la sostenibilidad energía como base en su estrategia de crecimiento. Este concepto incluye la seguridad energética, entendida como la gestión efectiva y fiable de los recursos energéticos locales, la equidad energética definida como la accesibilidad e igualdad en la disponibilidad de energía para la población, y la sostenibilidad ambiental basada en el desarrollo de fuentes de energías renovables y bajas emisiones de carbono.

La mayoría de los países centroamericanos han pasado por sucesivas crisis en la administración de sus sistemas de generación y distribución. Racionamientos, apagones, y sobreprecios fueron comunes en algunas naciones en la década pasada. No disponer de energías renovables empujaba a generar energía con pequeños motores de combustión, conllevando a contaminación del medioambiente, y gastos excesivos. Actualmente se dispone de sistemas mixtos, como respuesta a la problemática de la década pasada en la cual la matriz energética estaba soportada sobre tecnologías tradicionales.

En Centroamérica esta evolución ha permitido categorizar a las fuentes renovables como “sustentables”, al ser una forma de proveer electricidad de una manera eficiente, segura y compatible con el medio ambiente. Incluso se han dictado regulaciones, que, adaptadas a recomendaciones internacionales, estimulan e incentivan una producción energética que pueda ser agregada a la red eléctrica disponible. En Centroamérica se han venido desarrollando un conjunto de buenas prácticas en materia del derecho ambiental tomando las medidas legislativas pertinentes y en congruencia con los requisitos y estándares de acuerdos y protocolos internacionales.

La región centroamericana cuenta con un alto potencial, lo suficientemente capaz para satisfacer el 100% de su demanda eléctrica, utilizando fuentes renovables. El tema de las energías renovables y los potenciales existentes en la región centroamericana son realmente considerables, siendo privilegiados al contar con diversos recursos en una cantidad que aún no ha sido explotada. La región centroamericana puede satisfacer sus necesidades energéticas futuras de una manera efectiva haciendo uso de sus recursos renovables, esto le permitirá en un futuro ejercer un liderazgo, y construir una economía sólida sobre cimientos ecológicos.

La ventaja que presentan estos países frente a otras regiones es que poseen una interconexión eléctrica (SIEPAC), la cual les permite intercambiar energía eléctrica entre sus redes. Como se mencionó anteriormente los países centroamericanos se encuentran comprometidos en diferentes grados con el desarrollo de energía sostenible. Costa Rica, por ejemplo, se posiciona como un país líder en su ambición de ser “Carbono Neutral”, con la energía renovable como el medio para poder cumplir esta meta.

A pesar de sus ambiciones de energía sostenible y las declaraciones políticas, los países de la región centroamericana aún no han logrado diseñar e implementar el plan necesario para promover estas soluciones a su máximo potencial. Pese a las barreras, la mayoría de los países

centroamericanos ha podido mejorar su clima en inversiones para energía sostenible, aunque persistan barreras financieras muy significativas que van desde la falta de disponibilidad de capital, falta de pericia humana, hasta la inseguridad de la inversión y los costosos procesos administrativos.

Centroamérica no cuenta con una gran extensión geográfica ni abundantes hidrocarburos. Sin embargo, lo que no tiene en Kilómetros cuadrados ni en petróleo, lo posee en potencial para generar energía renovable y poder satisfacer sus necesidades sin depender de combustibles fósiles. Un gran ejemplo de este paradigma es el país costarricense. Centroamérica apuesta por la energía verde, debido a que la energía renovable podría ser una de las claves para el futuro desarrollo económico en América Central.

América Central, es una región con alto potencial para la implementación de proyectos hidroeléctricos, eólicos y geotérmicos. Lo más destacado de la región es el interés por seguir con el continuo aprovechamiento del potencial hidráulico con el desarrollo de megaproyectos, así como el interés en las fuentes eólicas y geotérmicas, los tipos de energía que sobresalen en la región. Con este panorama, las energías renovables se han vuelto una opción atractiva para la región centroamericana.

Como se hacía mención anteriormente, la mayoría de países ha mejorado en gran medida su clima de inversiones para energía sostenible. Centroamérica ha visto prometedoras inversiones nuevas en energía renovable: energía geotérmica, biomasa, hidroeléctrica, solar y eólica. Sin embargo, aún la región se enfrenta a grandes barreras de inversión.

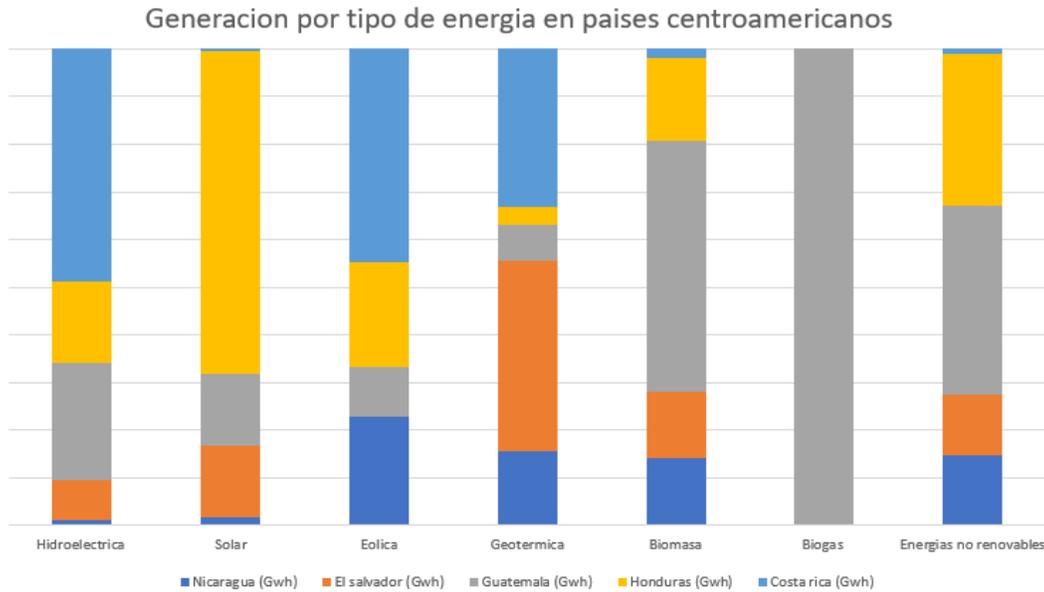
Para lograr aprovechar todo el potencial de recursos renovables de Centroamérica, se necesitará decenas de millones de dólares en nuevas inversiones de energía renovable en las décadas futuras. Aunque en la región centroamericana existan mecanismos financieros para apoyar el uso de las fuentes renovables, sigue siendo una barrera el factor inversión. Cabe destacar que el clima de inversión varía en la región, y algunos países tienen más suerte que otros en atraer financiamiento.

La inversión en fuentes renovables está fuertemente influenciada por el clima global de inversión de un país. Por ejemplo: Nicaragua ha superado su baja calificación global de inversión facilitando un marco emergente de políticas para apoyar la energía renovable y mejorar la seguridad legal para los inversionistas.

En todo el mundo las energías renovables han demostrado un notable crecimiento en años recientes. Centroamérica actualmente presenta una cifra estimada de 69.74% correspondiente a 28,983.80 GWh a partir de fuentes renovables. La producción total de energía es de 41,554.55 GWh.

## 5.2. Generación por tipo de fuente en el sector energético de la región centroamericana.

A continuación, se mostrará un gráfico en donde se puede observar la generación por tipo de energía en los países centroamericanos: nicaragua, guatemala, el salvador, costa Rica y honduras.



**Gráfico 5.1 Fuente: propia en base a datos tomados de las paginas correspondientes de cada país.**

En el año 2019 se generó energía eléctrica a partir de distintas fuentes:

Los **hidrocarburos** y **combustibles fósiles** representan el 30.25% (12,570.82 GWh).

La energía **hidráulica** representa el 41.17% (17,106.78 GWh)

La **energía geotérmica** el 8.27% (3,437.89 GWh)

**Fuentes eólicas** representan el 7.58% (3,151.22GWh)

La **energía solar** el 3.31% (1,374.62GWh)

La **energía biomasa** y **biogás** representan el 9.42% (3,913.22GWh).

## 5.3 Retos y Fortalezas del Sector Renovable en la región centroamericana.

### 5.3.1. Retos y fortalezas del sector renovable de Costa Rica



#### Costa Rica

En Costa Rica, se genera electricidad a partir de cinco fuentes renovables: hidroeléctrica, eólica, biomasa, geotérmica, solar. La más relevante es la energía hidráulica que supone un 75.11% de la electricidad. Costa Rica es un país que ha apostado por un modelo de desarrollo sostenible, tienen claro de que las energías renovables son el futuro.

Costa Rica es un modelo a seguir para muchas naciones. Como es obvio, la excelente ubicación de Costa Rica en medio del caribe tiene mucho que ver, ya que le ha permitido aprovechar en gran manera los recursos líquidos, siendo a nivel centroamericano el país que presenta mayores porcentajes de generación a partir de energía hidroeléctrica. Uno de los aspectos importantes que ha permitido a Costa Rica posicionarse como un país líder en la generación de energía a partir de fuentes renovables ha sido la implementación de un programa que anima al consumidor a producir energía para luego vender la sobrante.

Las estrategias de Costa Rica son un verdadero modelo a seguir para una sociedad que contamina más el medioambiente cada día que pasa.

Costa Rica cuenta con un plan nacional de energía (PNE) en donde se establece la política energética nacional, mediante una programación de acciones estratégicas orientadas a satisfacer las necesidades energéticas del país, la implementación de este plan contribuye a que como país se continúe incrementando la calidad de vida de la población costarricense, mediante el desarrollo de sistemas energéticos sostenibles, y el uso eficiente de la energía, a fin de responder, a un apetito cada vez más creciente por el aprovechamiento de los recursos naturales con fines energéticos.

Como se mencionó anteriormente Costa Rica cuenta con una ley en la cual se promueve un proyecto que permite regular la autogeneración eléctrica con fuentes renovables, fortaleciendo de esta manera el uso de las energías limpias. Este proyecto fomenta el uso de energías renovables, contribuyendo de esta forma con el cumplimiento de la meta establecida por el país de ser carbono neutral, los compromisos internacionales, y fundamentos constitucionales. De esta forma el país costarricense ha logrado desarrollar un movimiento que empodera a los consumidores permitiéndoles ser parte activa de los mercados eléctricos al producir electricidad propia, y generar una mayor consciencia sobre el consumo eficiente de la misma.

#### Retos de Costa Rica

Uno de los principales retos del país costarricense es diversificar su matriz energética. Del total de la energía consumida un 75.11% proviene de energía hidroeléctrica por lo tanto se considera una matriz altamente dependiente de la energía hidroeléctrica, se debe de tomar en consideración la realización de nuevos esquemas, más allá de los clásicos hidroeléctricos, no se debe ignorar que el recurso hidroeléctrico será impactado por el cambio climático, razón por la que es imperativo diversificar las fuentes de energía, como la solar, eólica, biomasa y geotérmica.

Otro aspecto importante a ser tomado en cuenta es lograr a futuro un aumento en las cifras de inversión privada en los proyectos, actualmente esto representa un problema porque a pesar de que Costa Rica es uno de los países más atractivos para la generación de energía renovable, se considera poco competitivo debido a la existencia de limitaciones para proyectos de inversión privada, esto debido a que en Costa Rica prohíbe a las empresas privadas la construcción de plantas de energías renovables superiores a los 50MW, lo que limita la capacidad para competir con proyectos de electricidad.

### 5.3.2 Retos y Fortalezas del Sector Renovable de Guatemala.



La energía renovable va ganando espacio en Guatemala. A nivel centroamericano la matriz energética de Guatemala es la más diversificada. En Guatemala se genera energía a partir de 6 tipos de fuentes de energías renovables: solar, biogás, geotérmica, eólica, hidroeléctrica y biomasa.

Guatemala cuenta con una variedad de recursos naturales, atractivos para la implementación de proyectos de energías renovables. La variedad de recursos naturales disponibles para la generación de energía en el país brinda a los inversionistas una amplia gama de proyectos a elegir: solares, geotérmicos, hidroeléctricos y eólicos.

La existencia de un marco jurídico y regulatorio sólido, siendo esta una característica que permite a los agentes que participan en el subsector eléctrico sentir confianza al momento de invertir en proyectos.

Nos encontramos ante un país que se encuentra encaminado a incrementar sus niveles de competitividad, el cual presenta un fortalecimiento del marco legal, creando de tal manera condiciones para el fomento de las inversiones.

La ley de incentivos para el desarrollo de proyectos de energía renovable, tiene por objeto el desarrollo de proyectos de energía renovables.

Guatemala posee un potencial enorme de producción de energía renovable, el cual aún no ha sido totalmente explotado. Actualmente un 59.26% de la energía con la cual es abastecida el país corresponde a este tipo de fuentes. La energía hidroeléctrica y biomasa son las más relevantes, siendo a nivel centroamericano Nicaragua y Guatemala los países con mayores porcentajes de generación de energía a partir de fuentes de biomasa.

Retos energía renovable Guatemala.

Guatemala está pasando por un momento trascendental en su historia, aun así, tiene varios desafíos que superar siendo uno de ellos: crear mecanismos para alcanzar el desarrollo energético en los próximos años.

Se debe continuar promoviendo la implementación de el plan nacional de energía, el cual fue presentado como una herramienta de mitigación en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y en consecuencia de los efectos adversos del cambio climático.

A pesar de que Guatemala es un país que posee una amplia biodiversidad, y de que esta característica lo convierta en un punto de referencia importante en la región centroamericana, es importante la realización de estudios acerca del potencial de los recursos naturales.

Por otra parte, es importante seguir promoviendo incentivos para la fomentación de energías renovables: Incentivos fiscales, subsidios, etc. La utilización de los impuestos, subsidios y los gastos de inversión son un aspecto importante en el proceso de transformación de los sistemas energéticos. En este sentido, la política fiscal guatemalteca enfrenta desafíos para promover energía sustentable. Por ejemplo, entre el año 2014 y 2018 el gasto público en energía fue de 2,886 millones de dólares, de los cuales únicamente el 5.1% fueron destinados de manera directa a inversiones en energías renovables.

### 5.3.3. Retos y Fortalezas del sector Renovable de Honduras.



Las energías renovables más relevantes en Honduras son: hidroeléctrica y solar. Honduras sigue posicionándose como el país líder en crecimiento de proyectos solares en la región de América Central. En los últimos años se han notado avances en el país al ir cambiando poco a poco la matriz energética, que en la década pasada estuvo dominada por el uso de combustibles fósiles.

El país presenta una diversidad energética que le ha permitido contar con un sistema sólido y confiable que, apoyado en los avances tecnológicos, hace posible disponer de otros tipos de generación, más allá de la tradicional energía hidroeléctrica o la energía a partir de combustibles fósiles.

Honduras es un país privilegiado al contar con una amplia variedad de riquezas naturales, goza de la capacidad de utilizar las diferentes fuentes de energía. Actualmente el 50.6% de energía generada en el país corresponde a fuentes de energía renovables.

En Honduras existe una ley que promueve la generación de energía eléctrica haciendo uso de fuentes renovables, la cual ha tenido como finalidad promover la inversión pública o privada en proyectos renovables, así como la búsqueda de nuevas alternativas diferentes a las fuentes tradicionales.

#### Retos Honduras.

Mejorar los índices de eficiencia energética, debido a que se observan altos índices de uso ineficiente de la energía, regularmente las normas de eficiencia no son implementadas, y por lo general la iniciativa privada y la población consideran la eficiencia energética como un gasto, y no

como una inversión. Al momento de invertir en eficiencia energética se observan resultados cuantificables desde el punto de vista económico, además de amortizar la inversión realizada de los equipos, se genera un ahorro en el consumo de energía, y por lo tanto un ahorro en el pago de la misma.

A pesar de ser un país con diversidad de recursos naturales, y de su notable crecimiento en el mundo solar aún sigue siendo una brecha el factor capital, es decir las fuentes de financiamiento que se necesitan para lograr un mayor desarrollo, por lo tanto, es de suma importancia continuar en la búsqueda de fuentes de financiamiento, e implementar estrategias que permita a los inversionistas sentir seguridad al desarrollar proyectos renovables en el país.

Por otra parte, es importante realizar estudios ambientales, que permitan conocer la viabilidad de los proyectos a ejecutar en diferentes zonas del país.

#### 5.3.4. Retos y Fortalezas del Sector Renovable de El Salvador.



### El Salvador

En El Salvador se genera energía a partir de 4 tipos de fuentes renovables: geotérmica, solar, hidroeléctrica y biomasa. Las más relevantes son: La Energía Geotérmica y Energía Hidroeléctrica. A nivel centroamericano El Salvador es el país líder en la producción de energía a partir de fuentes geotérmicas. Actualmente el 70% de la energía consumida en el país proviene de fuentes renovables, esto gracias a los avances de la diversificación de la matriz energética nacional.

El país salvadoreño apostó por la implementación de una estrategia de promoción de las fuentes renovables, desarrollando un marco regulatorio que le ha permitido incentivar el desarrollo de los proyectos renovables. De esta forma han logrado disminuir la dependencia del petróleo y sus productos derivados, logrando fomentar el uso de las fuentes renovables, y promover la cultura de uso racional de la energía y la innovación tecnológica.

Por otra parte, el país cuenta con una ley de incentivos fiscales con el objetivo de fomentar el uso de las energías renovables en la generación de electricidad. El hecho de contar con un mercado eléctrico nacional seguro, transparente y con reglas claras, lo convierte en un país confiable para realizar inversiones de proyectos renovables. El Salvador es un país que se encuentra encaminado a desarrollar proyectos en el corto y mediano plazo, con el objetivo de seguir diversificando su matriz energética y aumentando la participación de sus recursos.

#### Retos El Salvador.

Es necesario continuar con los esfuerzos por diversificar la matriz energética, el país salvadoreño a nivel centroamericano es el único país que no produce energía eléctrica a partir de fuentes eólicas. Es necesaria la inclusión de este tipo de energía en la matriz energética nacional, para poder transformar los vientos en energía eléctrica.

La búsqueda de fuentes de financiamiento es otro aspecto importante a ser tomado en cuenta. El Salvador es un país que cuenta con diversos recursos naturales que aún no ha sido explotados, pero las barreras financieras debido a la falta de disponibilidad de capital han sido un factor que ha impedido al país seguir realizando proyectos a gran escala.

Continuar mejorando su seguridad jurídica, para lograr de esta forma seguir aumentando la inversión en proyectos renovables necesarios para cumplir con las metas energéticas establecidas por el país.

### 5.3.5. Retos y Fortalezas del Sector Renovable de Nicaragua.



## Nicaragua

En Nicaragua se genera electricidad a partir de 5 fuentes renovables: hidroeléctrica, solar, eólica, geotérmica y biomasa. Siendo el tipo de energía más relevante: La energía eólica que supone un 18.65% de la energía eléctrica generada en el país. Nicaragua es un país considerado un paraíso de las energías renovables. La matriz energética nacional se considera diversificada, actualmente el 48.9% de la energía eléctrica del país es de carácter renovable.

Por su ubicación estratégica, y la abundancia de recursos naturales le han permitido al país seguir avanzando en su meta de generación de energía a partir de fuentes renovables. Nicaragua se encuentra ubicada en el llamado cinturón de fuego del pacífico, lo cual lo convierte en un país privilegiado en la producción de energía geotérmica, debido a que ostenta un gran potencial, no solo para este tipo de energía sino también para las fuentes eólicas e hidroeléctricas, además que en el mundo solar se puede observar un crecimiento paulatino.

La ley de promoción de generación de energía eléctrica con fuentes renovables ha permitido aumentar del otorgamiento de plazos fiscales a los inversionistas que deciden impulsar proyectos en el país, esto permitió al país continuar con el plan alentador de continuar cambiando la matriz energética y la ampliación del plazo para otorgar incentivos fiscales, alentando las inversiones necesarias para la ejecución de proyectos renovables.

Por otra parte, se han realizado estudios de factibilidad para lograr determinar las áreas seguras que resulten llamativas para los inversionistas, parte de esas inversiones han sido las plantas solares instaladas en el Caribe, lo cual permitió ampliar la cobertura eléctrica en esa región, representando un importante aporte al desarrollo de las comunidades.

Retos Nicaragua.

Nicaragua es el país con más potencial de crecimiento en la región, pero que menos lo explota. Según **“CentralAmercicaData. (2017). Nicaragua es considerado un país de alto riesgo”**. Es necesario mejorar la transparencia en la asignación de las concesiones, brindando de esta forma seguridad jurídica a los inversionistas, para lograr cambiar la percepción que se tiene de Nicaragua como un país de alto riesgo de inversión.

Continuar promoviendo los avances en la cobertura eléctrica en zonas aisladas, desarrollar análisis para saber que políticas pueden aplicarse en estos sectores, y como puede mejorar la situación en ellos, ya que el acceso a la energía en comunidades sin conexión a la red, puede mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Seguir fomentando la implementación de mejores prácticas en la promoción y el uso de las energías renovables, tan indispensables para lograr el desarrollo sostenible anhelado por el país.

## CONCLUSIONES

En esta tesis monográfica se ha documentado la participación de las fuentes renovables en la región centroamericana en los últimos 4 años, la información desarrollada a lo largo del documento nos ha permitido conocer cuál es la posición en la que se encuentra Nicaragua en relación a los demás países que conforman Centroamérica. Se puede observar cómo en Nicaragua, a lo largo de los años se ha venido superando la dependencia de los hidrocarburos, siendo sustituidos por la producción de energías limpias. La transición hacia la energía sostenible es un tema que ya está ocurriendo a nivel centroamericano, pero en la cual lastimosamente Nicaragua ocupa el último lugar, situación que podría ser diferente considerando que es un país privilegiado al poseer diversos recursos naturales.

En los últimos 4 años se han inaugurado un sinnúmero de proyectos renovables a gran escala que permiten a los países encaminarse hacia el cumplimiento de sus metas energéticas, y de una u otra manera seguir aumentando su producción de energía. La ejecución de estos proyectos ha sido una de las razones principales por las cuales se ha logrado un avance significativo en la promoción de energías renovables en la región, además ha sido de carácter necesario para lograr posicionarse en el futuro como una región destacada en este ámbito.

Las matrices energéticas de la región centroamericana son matrices altamente diversificadas, se han implementado estrategias para lograr los niveles de competitividad tan deseados. La diversificación ha sido de vital importancia para alcanzar el desarrollo energético de cada país, además de generar recursos para el desarrollo y la competitividad del país. Se logra observar como en los últimos años en la región centroamericana se han incluido tipos de fuentes que en el pasado eran inexistentes en las matrices energéticas de los países.

La generación de energía a través de fuentes renovables está creciendo rápidamente en América Central producto de los grandes esfuerzos que se han realizado para poder lograr ser una región que no solo se ha visto fortalecida en mejorar su calidad de vida, promover el desarrollo sostenible, sino también una región comprometida con mitigar el cambio climático.

Los obstáculos que le impiden a la región ir creciendo progresivamente en el sector renovable son de carácter financiero y legal, por lo que es imperativo mejorar el marco jurídico, la región centroamericana se caracteriza por ser una región en donde se dispone de todos los tipos de fuentes necesarios para generar energía y es considerada una región atractiva para desarrollar nuevos proyectos, para continuar adquiriendo un mayor desempeño en el sector eléctrico, debe ser considerado una prioridad continuar con los esfuerzos en la búsqueda de financiamiento, así como evaluar los desafíos técnicos, y sociopolíticos que enfrentan cada país.

## BIBLIOGRAFIA

### Informes

- Alan Dolezal, A. M. (2013). *La ruta hacia el futuro para las Energías Renovables en Centroamérica*. Washington, D.C. Obtenido de [https://mba.americaeconomia.com/sites/mba.americaeconomia.com/files/ca\\_report\\_spanish\\_final.pdf](https://mba.americaeconomia.com/sites/mba.americaeconomia.com/files/ca_report_spanish_final.pdf)
- CNE. (2019). *Informe Anual 2018*. San Salvador. Obtenido de <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/cne/documents/estadisticas>
- CNEE. (2019). *Informe estadístico preliminar del mercado nacional 2015 – 2019*. Guatemala. Obtenido de [http://www.cnee.gob.gt/wp/?page\\_id=4889](http://www.cnee.gob.gt/wp/?page_id=4889)
- Dirección General de Energía. (2017). *Informe estadístico 2017*. Guatemala. Obtenido de <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2019/01/Informe-Estadistico-2017.pdf>
- Dirección General de Energía. (2018, Mayo 23). *Energía solar en Guatemala*. Guatemala. Obtenido de MEM: <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2018/07/Energía-Solar-en-Guatemala.pdf>
- ENEE. (2016). *Boletín Estadístico 2016*. Honduras. Obtenido de <http://www.enee.hn/planificacion/2016/Boletines/BOLETIN%20%20DICIEMBRE%202016.pdf>
- ENEE. (2017). *Boletín de datos estadísticos*. Honduras. Obtenido de <http://www.enee.hn/index.php/planificacion/icono/182-boletines-estadisticos>
- ENEE. (2017). *Boletín de Datos Estadísticos 2017*. Honduras. Obtenido de <https://gastasmios.000webhostapp.com/pdf/Boletin-Estadistico-Diciembre-2017.pdf>
- ENEE. (2018). *Boletín de Datos Estadísticos 2018*. Honduras. Obtenido de <http://www.enee.hn/planificacion/2019/Boletin%20Estadistico%20Diciembre.pdf>
- ENEE. (2019). *Boletín de Datos Estadísticos 2019*. Honduras. Obtenido de <http://www.enee.hn/planificacion/2019/Junio/Boletin%20Estadistico%20Abril%202019.pdf>
- ENEE. (s.f.). *Características Patuca III*. Obtenido de ENEE: <http://enee.hn/ueper/index.php/caracteristicas-patuca-3>
- Grupo ICE. (2016). *Generación y Demanda, Informe Anual*. Costa Rica. Obtenido de <https://apps.grupoice.com/CenceWeb/CenceDescargaArchivos.jsf?init=true&categoria=3&codigoTipoArchivo=3008>
- Grupo ICE. (2017). *Generación y Demanda, Informe Anual*. Costa Rica. Obtenido de <https://apps.grupoice.com/CenceWeb/CenceDescargaArchivos.jsf?init=true&categoria=3&codigoTipoArchivo=3008>
- Grupo ICE. (2018). *Generación y Demanda, Informe Anual*. Costa Rica. Obtenido de <https://apps.grupoice.com/CenceWeb/CenceDescargaArchivos.jsf?init=true&categoria=3&codigoTipoArchivo=3008>

- Grupo ICE. (2018). *Proyecto Hidroeléctrico Reventazón*. Costa Rica. Obtenido de <https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/3b4c145f-95eb-4a11-957a-e40c990c554e/Reventazon+Protocol.pdf?MOD=AJPERES&CVID=msNLBJL>
- Grupo ICE. (2019). *Generación y Demanda*. Costa Rica. Obtenido de <https://apps.grupoice.com/CenceWeb/CenceDescargaArchivos.jsf?init=true&categoria=3&codigoTipoArchivo=3008>
- IRENA. (2015). *Evaluación del estado de preparación de las Energías Renovables Nicaragua*. Obtenido de [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2015/Jan/IRENA\\_RRA\\_Nicaragua\\_2015\\_ES\\_summary.pdf?la=en&hash=E8ADBF7215716FF907D7082FD38230D8EB0ABD77](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2015/Jan/IRENA_RRA_Nicaragua_2015_ES_summary.pdf?la=en&hash=E8ADBF7215716FF907D7082FD38230D8EB0ABD77)
- Luecke, A. (2011). *Las mejores practicas en la promoción y el uso de energías renovables en America Latina y el Caribe*. República Dominicana. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Las-mejores-practicas-en-la-promoción-y-el-uso-de-energías-renovables-en-America-Latina-y-el-Caribe.pdf>
- NU CEPAL. (2018). *Estadísticas del subsector eléctrico de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) 2017*. México: CEPAL. Obtenido de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44358/1/S1801216\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44358/1/S1801216_es.pdf)
- NU CEPAL. (2019). *Estadísticas de producción de electricidad de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) 2018*. México: CEPAL. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/44661-estadisticas-produccion-electricidad-paises-sistema-la-integracion>
- Salvador, E. &. (s.f.). *Panorama de la energía renovable en Centroamérica*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/333889375\\_Panorama\\_de\\_la\\_energia\\_renovable\\_en\\_Centroamerica](https://www.researchgate.net/publication/333889375_Panorama_de_la_energia_renovable_en_Centroamerica)

### **Periódicos Digitales**

- Bellini, E. (2019, Julio 15). PV-Magazine. *Inauguran central solar de 2.1 MW en Nicaragua*. Obtenido de PV Magazine: <https://www.pv-magazine-latam.com/2019/07/15/inaugurada-central-solar-de-2-1-mw-en-nicaragua/>
- Bellini, E. (2018, Octubre 01). PV-Magazine. *Conectada planta solar de 35 MW en Honduras*. Obtenido de <https://www.pv-magazine-latam.com/2018/10/01/conectada-planta-solar-de-35-mw-en-honduras/>
- Calero, M. (2017, Agosto 18). La Prensa. *Empresa Solaris de 12 Megavatios obtiene concesión para generar energía por 30 años*. Obtenido de La Prensa: <https://www.laprensa.com.ni/2017/08/03/nacionales/2273671-empresa-solaris-de-12-megavatios-obtiene-concesion-para-generar-energia-por-treinta-anos>
- Jorquera, C. (2018, Mayo 28). Se inauguró oficialmente la planta geotérmica Platanares de 35 MW, de Ormat, ubicada en Honduras, que inició operación en Septiembre de 2017. *Piensa en Geotermia*. Obtenido de Piensa en Geotermia: <https://www.piensageotermia.com/se-inaugura-oficialmente-planta-geotermica-de-35-mw-de-oramat-en-honduras/>

- López, B. D. (2017, Mayo 03). PV-Magazine. *Inaugurada central solar de 101 MW en El Salvador*. Obtenido de <https://www.pv-magazine-latam.com/2017/05/03/inaugurada-central-solar-de-101-mw-en-el-salvador/>
- Martínez, L. E. (2016, Octubre 22). La Prensa. *Hidroeléctrica El Diamante inicia operación*. Obtenido de <https://www.laprensa.com.ni/2016/10/22/departamentales/2121798-hidroelectrica-diamante-inicia-generacion>
- Miranda, R. (2016, Mayo 20). Prensa Libre. *Ingenio Magdalena inaugura planta eléctrica en Retalhuleu*. Obtenido de <https://www.prensalibre.com/economia/ingenio-magdalena-inaugura-hidroelectrica-en-retalhuleu/>
- Molina, P. S. (2019, Octubre 30). PV-Magazine. *Terminada en El Salvador la Fase III del proyecto Bósforo de 100 MW*. Obtenido de PV-Magazine: <https://www.pv-magazine-latam.com/2019/10/30/terminada-en-el-salvador-la-fase-iii-del-proyecto-bosforo-de-100-mw/>
- Molina, P. S. (2019, Marzo 15). PV-Magazine. *Se inauguran tres plantas fotovoltaicas en El Salvador*. Obtenido de <https://www.pv-magazine-latam.com/2019/03/15/se-inauguran-tres-plantas-fotovoltaicas-en-el-salvador/>
- Web Master La Prensa. (2013, Octubre 01). La Prensa. *Centroamérica líder en Energías Renovables pero con retos que resolver*. Obtenido de <https://www.laprensa.com.ni/2013/10/01/economia/164447-centroamerica-lider-en-energia-renovable-pero-con-retos-por-resolver>
- REVE. (2014, Agosto 06). REVE. *Energías renovables en América Central*. Obtenido de <https://www.evwind.com/2014/08/06/energias-renovables-en-centroamerica/>

## Revistas Digitales

- Estrategias y negocios. (2016). E&N. *Nicaragua: inauguran Planta de cogeneración de energía Green Power*. Obtenido de <https://www.estrategiaynegocios.net/inicio/954898-330/nicaragua-inauguran-planta-de-cogeneración-de-energía-green-power>
- García, L. (2016, Junio 10). La Prensa. *Planta de energía eléctrica a base de biomasa producirá 43 Megavatios*. Obtenido de <https://www.laprensa.hn/honduras/969001-410/planta-de-energía-eléctrica-a-base-de-biomasa-producirá-43-megavatios>
- Grupo IGC. (s.f.). *Ingenio CASUR planta de generación energía 40 MW Nicaragua*. Obtenido de Grupo IGC: <http://www.grupoigc.com/index.php/proyectos/proyectos/generacion-de-energia/ingenio-casur-planta-generacion-energia-40mw-1-ingenio-casur-planta-generacion-energia-40mw-nicaragua>
- Grupo Terra. (s.f.). *Unidades de Negocio Generación Eólica*. Obtenido de Grupo Terra: <https://corporaciongrupoterra.com/es/terra-energia/>
- GUGLER. (2018, Julio). *Honduras – Puesta en marcha de PCH Pencaligue de 18 MW*. Obtenido de GUGLER : <https://www.gugler.com/es/news/honduras-successful-commissioning-of-18-mw-pencaligue-hpp/>

INE. (s.f.). *Estadísticas Anuales*. Obtenido de INE:  
<https://www.ine.gob.ni/index.php/electricidad/estadisticas-anales/>

L. Reyes, J. F. (2019). Revista de la Escuela de Física UNAH. *Situación de la Generación de la Energía Eléctrica a través de energía Fotovoltaica en Honduras Julio 2015- Marzo 2018*, 87. Obtenido de file:///C:/Users/Acer/Downloads/Terminado-REFUNAH-Vol-7-No-2-5.pdf

Presidencia. (2019, Marzo 19). *ICE Adelanta Integración de las Pailas II al SEN*. Obtenido de Costa Rica Gobierno del Bicentenario: <https://www.presidencia.go.cr/comunicados/2019/03/ice-adelanta-integracion-de-las-pailas-ii-al-sistema-electrico-nacional/>

Programa Energías Renovables y Eficiencia Energética en Centroamérica. (2018, Agosto 09). *Corredor de energía limpia en América Central: impulsando el desarrollo de la energía renovable en toda la región*. Obtenido de SICA: [https://www.sica.int/noticias/corredor-de-energia-limpia-en-america-central-impulsando-el-desarrollo-de-la-energia-renovable-en-toda-la-region\\_1\\_114488.html](https://www.sica.int/noticias/corredor-de-energia-limpia-en-america-central-impulsando-el-desarrollo-de-la-energia-renovable-en-toda-la-region_1_114488.html)

Revista Summa. (2019). Revista Summa. *Guatemala inaugura planta de biogas para producir energía eléctrica*. Obtenido de <https://revistasumma.com/guatemala-inaugura-planta-de-biogas-para-producir-energia-electrica/>

## Sitios WEB

AES El Salvador. (2018, Septiembre 21). *AES El Salvador y CMI concluyen primera fase del Proyecto Bósforo*. Obtenido de AES El Salvador: <http://www.aes-elsalvador.com/comunidad/noticias/2018-09/aes-el-salvador-y-cmi-concluyen-primera-fase-del-proyecto-bosforo/>

AES El Salvador. (2019, Mayo 28). *AES y CMI finalizan segunda etapa del proyecto Bósforo*. Obtenido de AES El Salvador: <http://www.aes-elsalvador.com/comunidad/noticias/2019-05/aes-y-cmi-finalizan-segunda-etapa-del-proyecto-bosforo/>

Carbon Ingeniería. (s.f.). *Proyectos*. Obtenido de Carbon Ingeniería: <https://www.carboncr.com/proyectos>

CDNC. (s.f.). *Estadísticas anuales*. Obtenido de Centro Nacional de Despacho de Carga: <http://www.cndc.org.ni>

CENNIC. (s.f.). *Nuestros Asociados Hidroelectricos*. Obtenido de Cámara de Energía de Nicaragua: <http://cennic.org/index-3.1.html>

CNE. (s.f.). *Consejo Nacional De Energía*. Obtenido de Matriz de Generación: [http://estadisticas.cne.gob.sv/?page\\_id=48](http://estadisticas.cne.gob.sv/?page_id=48)

CNEE. (2020, Febrero). *Lista De Presas de Guatemala*. Obtenido de CNEE: [http://www.cnee.gob.gt/wp/?page\\_id=239](http://www.cnee.gob.gt/wp/?page_id=239)

Coopeguanacaste. (2016). *Documental Bijagua*. Obtenido de Coopeguanacaste: <https://www.coopeguanacaste.com/es/la-coope-informa/documental-bijagua>

ENATREL. (2019, Enero 17). *Inicia operación Planta Solar de San Juan de Nicaragua*. Obtenido de ENATREL: <http://www.enatrel.gob.ni/inicia-operacion-planta-solar-de-san-juan-de-nicaragua/>

- SICA. (2018, Mayo 06). *Honduras: Hidroeléctrica de Comayagua generará 6.6 megas de energía*. Obtenido de SICA: <https://www.sica.int/busqueda/Noticias.aspx?IDItem=107910&IDCat=3&IdEnt=1225&Idm=1&IdmStyle=1>
- The Wind Power. (s.f.). *Costa Rica*. Obtenido de The Wind Power: [https://www.thewindpower.net/windfarms\\_list\\_es.php](https://www.thewindpower.net/windfarms_list_es.php)
- The Wind Power. (s.f.). *Guatemala*. Obtenido de The Wind Power: [https://www.thewindpower.net/windfarms\\_list\\_es.php](https://www.thewindpower.net/windfarms_list_es.php)
- The Wind Power. (s.f.). *Honduras*. Obtenido de The Wind Power: [https://www.thewindpower.net/windfarms\\_list\\_es.php](https://www.thewindpower.net/windfarms_list_es.php)
- Zelaya, O. (2015, Octubre 16). *En Centroamérica se aprovechan los recursos naturales como fuente renovable de energía*. Obtenido de Central Law: <http://www.central-law.com/es/en-centroamerica-se-aprovechan-los-recursos-naturales-como-fuente-renovable-de-energia/>