

Nelson Javier Cely Calixto
Wlamyr Palacios Alvarado
Álvaro Junior Caicedo Rolón

ENERGÍAS RENOVABLES

El camino hacia la sostenibilidad energética



Universidad Francisco
de Paula Santander
Vigilada Mineducación

ENERGÍAS RENOVABLES

El camino hacia la sostenibilidad energética

Nelson Javier Cely Calixto
Wlamyr Palacios Alvarado
Álvaro Junior Caicedo Rolón

Catalogación en la publicación – Biblioteca Nacional de Colombia

Cely Calixto, Nelson Javier

Energía renovable el camino hacia la sostenibilidad energética/ Nelson Javier Cely Calixto, Wlamyr Palacios Alvarado, Alvarado Junior Caicedo Rolón, -San José de Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander, 2023

110 p. – (Energías renovables, Cambio Climático, Efecto Invernadero)

Contiene datos curriculares de los autores –contiene referencias bibliográficas.

Título del libro:

Energías renovables. El camino hacia la sostenibilidad energética

Área: Energías renovables, Cambio Climático, Efecto Invernadero.

Sub Área: Ingeniería Civil, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Eléctrica.

Autores:

© WLAMYR PALACIOS ALVARADO

© ALVARO JUNIOR CAICEDO ROLON

© NELSON JAVIER CELY CALIXTO

Universidad Francisco
de Paula Santander
Avenida Gran Colombia
No.12E-98, Barrio Colsag
San José de Cúcuta - Colombia
Teléfonos: 6075776655



Primera Edición: Bogotá, febrero del 2023

ISBN: 978-628-95305-9-9

EISBN: 978-628-95549-0-8

CDD 333.7

Director Editorial: José Rafael Riveros

Corrección de estilo: Alba Oliva González.

Diagramación y Diseño: Jorge Rodríguez.

Impresión: Editorial Creser S.A.S.

Editorial Creser s.a.s.

gestor@editorialcreser.com

www.editorialcreser.com

transversal 73A #82H - 30

Tel.: 6015103996 Cel: 3162382656



Bogotá – Colombia 2023

No se permite la reproducción total o parcial de este, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier medio sea este electrónico, mecánico, por fotocopia u otro método sin el permiso previo y por escrito del autor.

Impreso y hecho en Colombia – Todos los derechos reservados

Tabla de contenido

1. El cambio climático y el efecto invernadero	9
1.1 Gases de efecto invernadero	19
1.2 Cambio climático a nivel mundial	20
1.2.1 Antecedentes del cambio climático	21
2. La proyección hacia una energía limpia	33
2.1 Beneficios de la implementación de las energías renovables	33
2.2 Inconvenientes de las energías renovables	35
2.3 Tipos de energía renovable	36
2.3.1 Energía solar	36
2.3.2 ¿Qué aplicaciones existen para la energía solar fotovoltaica?	40
2.3.3 Beneficios de la energía solar	42
2.3.4 Energía eólica	42
2.3.5 Biomásas	48
2.3.6 Energía geotérmica	59
2.3.7 Energía hidroeléctrica	66
2.3.8 Energía mareomotriz	73
3. Las energías renovables en Latinoamérica y Colombia	81
3.1 Estado del arte de las energías renovables en nuestro país	90
3.1.1 Centrales hidroeléctricas	90

3.1.2 Parques solares	93
3.1.3 Parques eólicos	94
3.2 Marco regulatorio de energías renovables en Colombia ..	95
Bibliografía	99

Índice Figuras

Figura 1.	Componentes de los ecosistemas.....	9
Figura 2.	Climas en las diferentes estaciones en un mismo sitio.....	10
Figura 3.	Efecto invernadero.	12
Figura 4.	Movimiento de traslación de la tierra.	13
Figura 5.	La deriva continental.....	14
Figura 6.	Placas tectónicas del planeta tierra.....	14
Figura 7.	Corrientes oceanicas.....	16
Figura 8.	Gases de efecto invernadero generados por la industria.	17
Figura 9.	Fotosíntesis.....	24
Figura 10.	Funcionamiento de la energía solar.	37
Figura 11.	Energía solar térmica.	38
Figura 12.	Energía solar fotovoltaica.	38
Figura 13.	Energía solar activa.	39
Figura 14.	Planta termosolar Hami.	39
Figura 15.	Energía eolica.....	43
Figura 16.	Turbina eolica.....	44
Figura 17.	Energía eólica terrestre y marina.....	46
Figura 18.	Residuos orgánicos.....	48
Figura 19.	Biomosas.....	49
Figura 20.	Residuos de madera.....	51
Figura 21.	Combustibles de biomasa.....	57

Figura 22. Energía geotérmica, geyser strokkur.....	59
Figura 23. Representación gráfica de la energía geotérmica.	60
Figura 24. The geysers.....	64
Figura 25. Horno asador Timanfaya.....	64
Figura 26. Volcan bromo.	65
Figura 27. Central hidroeléctrica.....	67
Figura 28. Funcionamiento de la energía hidroeléctrica.	71
Figura 29. Energía mareomotriz.....	74
Figura 30. Presa de Marea.	75
Figura 31. Generadores de corriente de marea.....	76
Figura 32. Sistemas híbridos.	77
Figura 33. Hidroeléctrica de Itaipu.....	82
Figura 34. Capacidad energética instalada en Latinoamérica en el 2020.	83
Figura 35. Capacidad energética instalada según la región.....	84
Figura 36. Demanda energética en Colombia durante los años 2021 y 2022.....	85
Figura 37. Capacidad instalada de generación eléctrica en Colombia	86
Figura 38. Producción de energía según el tipo en Colombia.	87
Figura 39. Porcentaje de exportaciones según el tipo en Colombia..	89
Figura 40. Parque solar Jumbo.	93
Figura 41. Parque eólico Jepirachi.	94

1. El cambio climático y el efecto invernadero

La globalización, el cambio demográfico y las brechas existentes entre sociedades, han sido superadas en el ranking de preocupaciones sociales del mundo, por el cambio climático. Esta última preocupación se desarrollada por la actividad humana, la cual, tiene múltiples efectos que perjudican al medio ambiente y la salud del público en general. Sin un problema, que desarrolla tensiones en los diferentes países, cargas y esfuerzos compartidos, justicia y desigualdad, en los países desarrollados y en desarrollo, donde a estos primeros se les atribuye, por la explotación de recursos de los países menos desarrollados (Estenssoro Saavedra, 2010).

Figura 1. Componentes de los ecosistemas.



Fuente: www.freepik.es

El sistema complejo e interactivo conocido como sistema climático se encuentra constituido por la atmósfera, la hidrosfera, la geosfera y la biosfera, tal como puede observarse en la figura 1, así como por los diversos ecosistemas que sustentan la vida. Este grupo de elementos también incluye todas sus interacciones positivas y negativas, así como los resultados de esas interacciones.

Este sistema, el ciclo del agua, la atmósfera y los demás componentes permiten dan lugar a los diversos ecosistemas vivos, por lo tanto, las variaciones en cualquiera de estos, particularmente las variaciones en los componentes de la atmósfera, establecen las principales características del clima y sus impactos sobre los seres vivos en general, incluyendo a nuestra especie (Mato Berrios, 2019).

Figura 2. Climas en las diferentes estaciones en un mismo sitio.



Fuente: www.freepik.es

La definición del clima no hace referencia simplemente a un parámetro, sino a la media y la variabilidad de la temperatura, la precipitación y el viento durante un período de tiempo predeterminado, en la figura 2, se pueden apreciar diferentes climas en un mismo sitio.

De tal forma, que los factores externos, como la ubicación geográfica, la altitud de la zona, su proximidad al mar, la forma del relieve, la dirección del viento y las corrientes oceánicas, son los causantes principales de los cambios climáticos que se desarrollan a largo del tiempo.

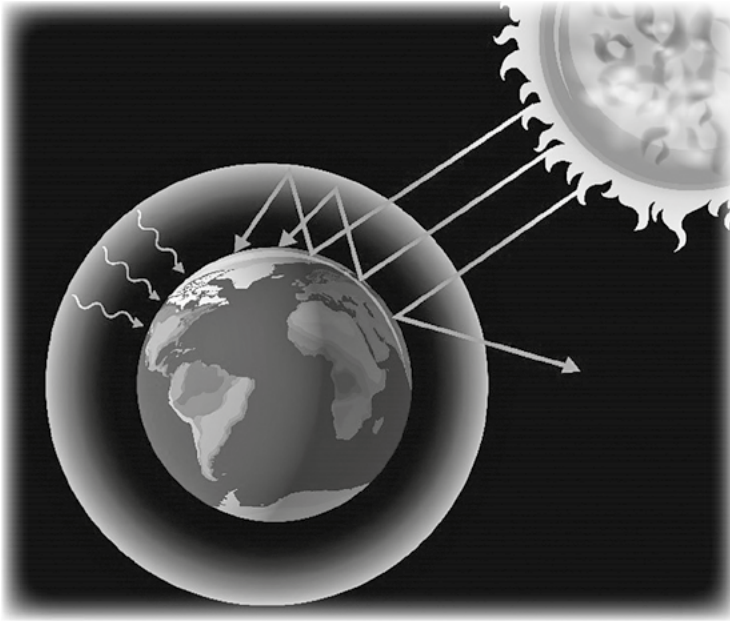
Los componentes del clima, incluidos la temperatura, la presión atmosférica, los vientos, la humedad y la precipitación, cambian como resultado de estas variables y sus cambios a lo largo del tiempo (Cárdenas Gutiérrez, Cely Calixto, et al., 2022). Estas variaciones a lo largo del tiempo se pueden dividir en variaciones sistemáticas y caóticas (ver figura 2).

Los cambios de temperatura afectan la presión atmosférica y dan como resultado zonas de alta o baja presión conocidas como ciclónicas y anticiclónicas, debido a las variaciones que ocurren en la densidad del aire, cuando este es calentado o enfriado. Estas diferencias de presión, hace que los vientos, incluidos los ciclones y anticiclones, muevan la humedad y las nubes, siendo esta la razón principal de la distribución desigual de las lluvias.

La temperatura atmosférica se rige por la interacción que existe entre la radiación solar, la composición atmosférica, los cambios continentales, las corrientes del océano y la órbita de la Tierra (Cely Calixto, Cárdenas Gutiérrez, et al., 2022). La interrupción de este balance, que puede ser provocada por moderadores, amplificadores o forzamientos (factores externos que afectan al clima) dentro del sistema, conduce a lo que conocemos como cambios climáticos (Orellana, 2013).

La radiación solar, que también sirve como catalizador de todos los fenómenos, determina la temperatura de la tierra. atmosférico. Galileo en 1610 había informado de la existencia de manchas solares (Ortega, n.d.), mucho antes de que Heinrich Schawe en el año 1851(Rey et al., 2009), describió los ciclos solares de 11 años, posteriormente, Maunder en el año 1715 determinó el Mínimo de Maunder, siendo este un tiempo en la historia ocurrido entre 1645 y 1715 en el cual no se desarrollaron manchas solares y con menos energía solar (Martínez González, 2014).

De tal forma, que la variación que existe en los campos magnéticos, los vientos solares e interacciones de rayos cósmicos con las partículas encontradas dentro de la atmosfera afectando la modificación del aire y las nubes por medio de la formación de núcleos de condensación.

Figura 3. Efecto invernadero.Fuente: www.freepik.es

De acuerdo con la Ley de Wien, el sol emite radiación con una longitud de onda corta (máxima de 0,48mm) la cual es visible o casi visible y tiene una intensidad de 342 W/metro cuadrado, de los cuales el 31% de esta radiación es reflejada directamente hacia el espacio por las nubes. Una pequeña porción es reflejada por la tierra y la atmósfera, los cuales también absorben el resto de radiación restante. Debido a su capacidad para reflejar las ondas infrarrojas (es decir, aquellas que poseen longitudes cortas), que tienen una longitud de onda de 10 a 15 nanómetros, la tierra puede emitir una cantidad igual de radiación para mantener el equilibrio, el cual se desarrolla cuando una parte de la radiación la absorbe la tierra esta se devuelve a la atmosfera y de esta manera, desarrollando el efecto invernadero natural, siendo este un proceso que calienta la superficie terrestre y la hace habitable. Sin atmósfera, la tierra no podría enfriarse a una temperatura de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Lira-Oliver, 2017) .

La órbita de la Tierra oscila periódicamente, cambiando la cantidad promedio de radiación que recibe cada uno de los hemisferios y dando como resultado veranos o inviernos prolongados (períodos de glaciación

e interglaciación). De tal forma, que la excentricidad que existe en la órbita terrestre, la precesión de los equinoccios (siendo este el cambio que ocurre de manera lenta y gradual en la orientación que tiene el eje de rotación de la tierra), así como la inclinación de dicho eje y la oblicuidad de nuestro planeta, son responsables de desarrollar las variaciones de la órbita (Ceballos, 2006; J. L. U. Fernández, 2013), estos pueden ser observados en la siguiente figura.

Figura 4. Movimiento de traslación de la tierra.



Fuente: (Docenteca, 2017)

El abultamiento ecuatorial de la Tierra ha cambiado de rumbo como resultado de las fuerzas de marea de la Luna y el Sol. Estas fuerzas tienden a desplazar la masa extra cerca del ecuador hacia el plano de la eclíptica.

El descubrimiento de los equinoccios por Hiparco de Nicea es muy reconocido, debido a la alta aproximación de su precesión en ese momento. Si bien Claudio Ptolomeo atribuyó a Hiparco las observaciones astronómicas aproximadamente generadas entre el 147 a.C y el 127 a.C. Donde, algunos historiadores afirman que, al menos, los antiguos sabios indios eran conscientes de este fenómeno. El astrónomo babilónico Cidenas también pudo haber predicho este cambio ya en el año 340 a.C (Pérez Sedeño, 1985).

El movimiento gradual y constante de los continentes se observó por primera vez por Alfred Lothar Wegener en el año 1912 y el cual es conocido como la deriva continental (Pérez-Malvárez & Bueno-Hernández, 2013). Según el autor, los orígenes de los continentes, que ocurrieron durante millones de años, se remontan a Pangea (la tierra única) y Panthalasa (el océano universal). océanos en este momento, este movimiento puede apreciarse en la siguiente figura.

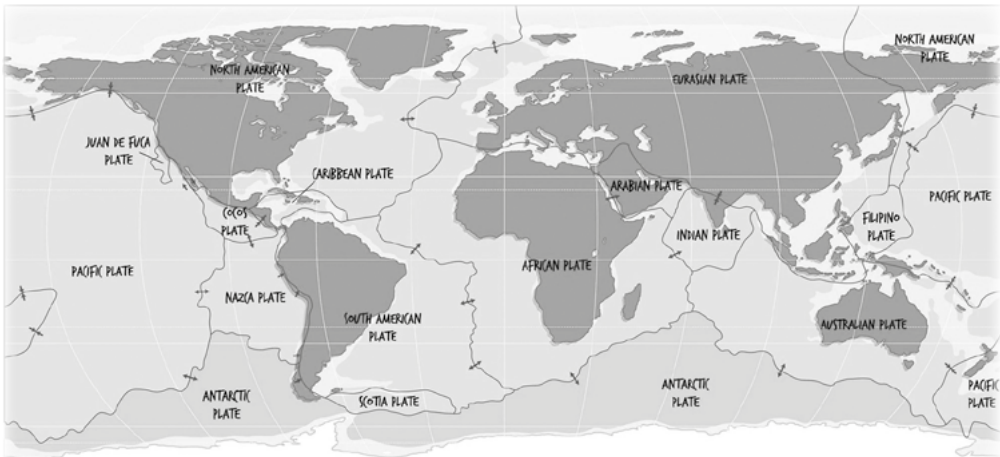
Figura 5. La deriva continental



Fuente: (Castro, 2012)

Esta afirmación se sustenta actualmente en la teoría de la Tectónica de Placas, la cual fue creada en la década de 1960 por Robert Dietz, Harry Hess y Maurice Edwing (Anguita, 1995).

Figura 6. Placas tectónicas del planeta tierra.



Fuente: www.freepik.es

Wegener usó la evidencia geográfica de la época, la geología y paleontología para respaldar su teoría de la deriva continental. De tal forma, que pudo explicar que la presencia de minas de carbón en las islas árticas de Svalbard y Spitsbergen, donde no hay bosques, se debe principalmente a que hace millones de años, esta zona tuvo una latitud más baja y por lo tanto, una climatología más templada, probablemente con muchos árboles y múltiples tipos de vegetación forestal.

Cuando la Dorsal Centroamericana apareció, se desarrolló un puente entre América del Norte y América del Sur aproximadamente hace 50.000 años, que obligó a las corrientes de aguas cálidas del Caribe y el Golfo de México hacia el Pacífico a desplazarse tomando un rumbo hacia las Antillas y la costa este de los Estados Unidos.

La Corriente del Golfo fue creada por estados que no existían previamente. El intenso calor producido por esta nueva corriente ha provocado el derretimiento del Glaciar Escandinavo, el cual se encontraba al norte de Europa durante el Pleistoceno.

La duración del día y la noche, así como la variación de la radiación solar diaria (generada por el movimiento de rotación) y la insolación estacional (generada por el movimiento de traslación), están todos determinados por la inclinación de la trayectoria del sol. La latitud afecta a cada una de estas variables. Los cuatro paralelos principales, los círculos polares y los trópicos dan como resultado importantes depresiones atmosféricas y zonas anticiclónicas (de Manuel, 1995).

La composición atmosférica tiene una mayor influencia en el clima desde la era industrial. El contenido de dióxido de carbono que emiten los volcanes, así como los gases de efecto invernadero que aumentan el calor de nuestra atmósfera, y la influencia de los óxidos de azufre los cuales funcionan como refrigerantes tienen un impacto en el balance radiactivo de la atmósfera.

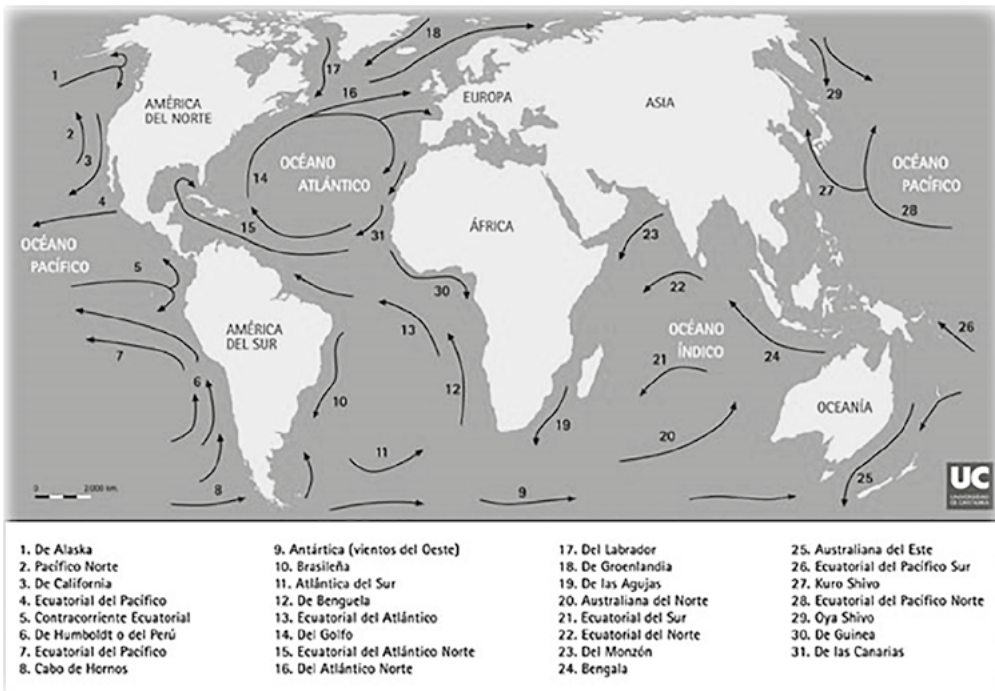
Reemplazar este tipo de componentes primarios de atmósfera (hidrógeno diatómico y helio) generado principalmente por la actividad volcánica, resaltando el dióxido de carbono, permitió el desarrollo de una atmósfera secundaria y, donde la importancia de los gases de efecto invernadero aumentaría ya que estos serían quienes generarían el calor dentro de la atmósfera. Los óxidos de azufre, ascienden al mismo tiempo que los

aerosoles, los cuales actúan como refrigerantes. Estos tienen un impacto el uno sobre el otro, lo que cambia el balance radiactivo de la atmósfera (Sachs, 2007).

Existen múltiples procesos naturales, como la fotosíntesis, la quimiosíntesis (colectores de carbono y liberadores de oxígeno), la fotólisis del agua y la fotosíntesis oxigénica de las cianobacterias y sus precursores, tienen un impacto en la composición de la atmósfera tal como existe hoy. Todo esto conduce al desarrollo de una atmósfera terciaria, que se distingue por una alta tasa de consumo de oxígeno y una alta tasa de producción de carbono.

Las corrientes oceánicas transportan mucha agua y calor, y al modificar la temperatura de la atmósfera ayudan a regular el clima. La Corriente del Golfo refresca las costas de Europa. Por ejemplo, a pesar de que Sevilla y Washington, están a la misma latitud, Washington posee un clima mucho más frío porque está influenciado por la corriente más fría de Labrador en lugar de la Corriente del Golfo, tal como se puede apreciar en la siguiente figura (Cely Calixto, Vergel Ortega, et al., 2022).

Figura 7. Corrientes oceánicas.

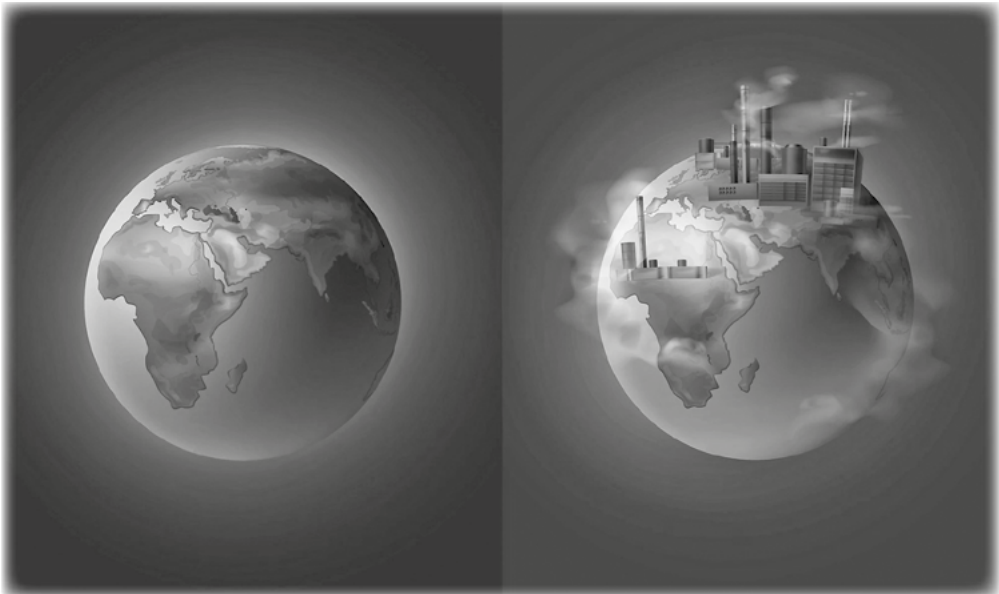


Fuente: (Canaltic, n.d.)

Dado que se han alterado muchos equilibrios biológicos y energéticos, los factores antropogénicos representan la mayor parte del cambio climático. A pesar de que los compuestos atmosféricos típicos como el oxígeno y el nitrógeno tienen un bajo efecto invernadero (21% y 78 %, respectivamente), la industria, la quema de combustibles fósiles para energía, el transporte, la agricultura, la deforestación, etc., desarrollan los gases de efecto invernadero de la Tierra (GEI), generando de esta forma el calentamiento global, así mismo la creación de sulfatos actúa como contrapeso, ayudando a enfriar el planeta.

En 1820, Joseph Fourier descubrió que el calor producido por la Tierra podía ser absorbido por la atmósfera. John Tyndall (J. R. Fleming, 1999), un físico irlandés, descubrió que el CO₂ afecta significativamente la temperatura de la Tierra a pesar de estar presente en pequeñas cantidades, en ese entonces Tyndall descubrió en 1861 que el CO₂ es un gas con la capacidad de absorber calor (Tyndall, 1863). Desde la Revolución Industrial, las concentraciones atmosféricas del gas se han modificado artificialmente, provocando el cambio climático, tal como se puede apreciar en la figura 8.

Figura 8. Gases de efecto invernadero generados por la industria.



Fuente: www.freepik.es

Una señal del fenómeno conocido como cambio climático se pudo observar, al evidenciar el aumento de la temperatura media del planeta. Dicho aumento, posee un gran impacto amplificando los múltiples fenómenos meteorológicos que ocurren en todo el mundo (Cely et al., 2019; Cely-Calixto, Bonilla-Granados, & Gallardo-Amaya, 2021; Cely-Calixto, Bonilla-Granados, & Rojas-Suárez, 2021). El cambio climático según la definición dada por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático como “un cambio en el clima que se atribuye directa o indirectamente a la actividad humana, el cual altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observado durante un tiempo comparable periodos” (Cuatecontzi & Gasca, 2004).

La composición de la atmósfera ha afectado principalmente al clima, desde que ocurrió la revolución industrial. Por lo tanto, los gases que poseen grandes cantidades de dióxido de carbono generados por las erupciones volcánicas, los gases de efecto invernadero y el aumento de los óxidos de azufre afectan considerablemente el equilibrio radiactivo de la atmósfera de nuestro planeta.

La aceleración de este efecto, se conoce como cambio climático, provocado por el considerable aumento de los gases de efecto invernadero GEI en la atmósfera. De tal forma, tenemos que, el cambio climático es el desarrollador de muchos problemas ambientales como:

- Las sequías y desertificaciones que desarrollan hambrunas.
- Deforestación, que empeora y acelera el proceso.
- Inundaciones repentinas
- Glaciares, incluidos los de los casquetes polares, derritiéndose, elevando el nivel del mar e inundando las zonas costeras.
- Destrucción de ecosistemas.

Según múltiples proyecciones, se espera que para el año 2024, habremos superado el umbral de aumento de 2 °C y, para finales de siglo, podríamos haber superado el promedio planetario en 4 °C. Así mismo, se sabe que la información que abarca 11.300 años revelan lo acelerado que será el

calentamiento global en los últimos 100 años. Por lo tanto, se espera que la mitad de las plantas y el 30% de los animales pierdan la mitad de su rango climático, reduciendo la biodiversidad drásticamente (González Elizondo et al., 2003; Martens et al., 1998; Touza, 2020).

1.1 Gases de efecto invernadero

De acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), “Se entiende por gases de efecto invernadero aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos (de origen humano), que absorben y reemiten radiación infrarroja” (Zamora Martínez, 2015)

Los siguientes gases se rigen por el Anexo A del Protocolo de Kyoto y la CMNUCC (de Kyoto, 1997).

- CO₂, dióxido de carbono.
- CH₄, acetato de metilo
- N₂O, dióxido de nitrógeno.
- PFC o perfluorocarbonos.
- HFC, hidrofluorocarbonos.
- SF₆, hexafluoruro de azufre.

Debido a que pueden atrapar el calor emitido por la superficie del planeta, estos gases actúan como un invernadero gigante que regula y mantiene constante la temperatura de la Tierra. A pesar de que representan solo el 1% de la atmósfera, son vitales porque sin ellos la Tierra sería demasiado fría para que existiera la vida.

Los GEI naturales como los generados por el hombre existen en la atmósfera, estos, en palabras más resumidas, desarrolla los márgenes de equilibrio específicos dentro de la atmósfera por procesos geofísicos naturales, como pueden serlo el ciclo hidrológico y el ciclo del carbono. Sin embargo, debido a la influencia humana, la cantidad de GEI en la atmósfera ha aumentado.

Unas de las principales fuentes de GEI se describen a continuación:

- El dióxido de carbono (CO₂) se produce cuando se queman combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas natural o sus derivados) para producir energía, impulsar procesos industriales o utilizarlos en el sector del transporte. La deforestación, que provoca la quema de biomasa vegetal y la descomposición de la materia orgánica, es otra de sus causas. El cemento, la cal, la soda, el amoníaco, los carburos de silicio o calcio, el acero y el aluminio son algunos ejemplos de productos elaborados mediante procesos industriales.
- La descomposición de desechos en vertederos, la agricultura (como el cultivo de arroz), el uso de gas natural y la cría de animales producen el metano (CH₄).
- El óxido nitroso (N₂O) se genera por la producción de ácido nítrico y ácido adípico, el uso de fertilizantes, la quema de desechos y la combustión de combustibles en el sector del transporte.
- Los hidrofluorocarbonos (HFC), el perfluorometano y el perfluoretano se utilizan en la fabricación de aluminio, espumas de poliuretano, algunos disolventes de limpieza especiales, aerosoles y compuestos utilizados en extintores de incendios. Además, los gases refrigerantes de los refrigeradores, congeladores y aires acondicionados de los hogares, las empresas y los vehículos, así como de los equipos de refrigeración comercial, como los remolques refrigerados y las instalaciones de producción, pueden tener fugas o manipularse de forma inadecuada, lo que puede provocar su liberación a la atmósfera.
- El hexafluoruro de azufre (SF₆) se produce durante la producción de algunos tipos de aluminio, en fundiciones de aluminio o magnesio, y puede ser liberado a la atmósfera por fugas o accidentes en equipos eléctricos de alta tensión que utilizan SF₆ como aislante.

1.2 Cambio climático a nivel mundial

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático ha compilado investigaciones científicas que predicen que entre 1990 y 2100, los niveles del mar aumentarán en un promedio de 9 a 88 cm y las temperaturas

globales aumentarán en un promedio de 1 a 5 grados centígrados. Las regiones costeras bajas desaparecerán como resultado de estos cambios a medida que los polos glaciales se derritan gradualmente (Hulme, 1994; Leggett et al., 1992; Pham et al., 2005).

El cambio climático también puede tener una gran influencia en la productividad de los ecosistemas terrestres y marinos, lo que posiblemente provoque una pérdida de especies y diversidad genética. Además, el cambio climático puede aumentar la velocidad de degradación de la tierra y exacerbar las problemáticas regionales relacionados con el acceso y la calidad del agua.

Según estas afirmaciones, el ciclo del agua se volvería más intenso, provocando sequías prolongadas en algunas zonas y lluvias frecuentes y abundantes en otras. Se ha pronosticado que el aumento de la temperatura media mundial y las altas y constantes concentraciones de CO₂ en la atmósfera provocarán cambios significativos en la estructura y el correcto funcionamiento de los ecosistemas, así como en las interacciones ecológicas entre las especies. Se predice que la biodiversidad y la salud del ecosistema se verán principalmente afectadas negativamente por estos cambios, así como los bienes y servicios que proporcionan los ecosistemas (alimentos, agua y madera).

1.2.1 Antecedentes del cambio climático

La existencia de múltiples especies de animales y plantas en la Tierra depende de una interacción compleja entre una serie de variables, incluido el sistema climático. Durante mucho tiempo se ha reconocido que el clima tiene un impacto en la especie humana porque afecta las características fundamentales tanto cuantitativas como cualitativas de los diversos ecosistemas que componen nuestro planeta.

Los gobiernos del mundo, deben hacer frente a los conocidos fenómenos ocurridos dentro del clima, así mismo, el crecimiento socioeconómico de la población mundial y su crecimiento demográfico, las migraciones forzadas, son consecuencia de fenómenos meteorológicos extremos, y los responsables de su potencial de mortalidad y mortandad (DeClerck & Decker, 2009).

Este tema no es nuevo, a pesar de que hace tan solo unos años saltaron las alarmas sobre la trascendencia que estaba asumiendo el cambio climático y sus causas. Desde entonces, todos los organismos nacionales e internacionales se han movilizado para reducir las emisiones que tanto contribuyen al cambio climático como al deterioro de la calidad atmosférica.

Aunque el clima se ha mantenido notablemente estable durante los últimos 10.000 años, creando el ambiente perfecto para la evolución de la especie humana, ahora hay amplia evidencia de que el clima está cambiando, y esto presenta uno de los desafíos más urgentes del planeta, uno de los desafíos más importantes que debe enfrentar una raza humana globalmente conectada.

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) pudo concluir de que el calentamiento global que ha tenido lugar aproximadamente desde mitades del siglo XX y es una problemática generada seguramente por la actividad humana.

De acuerdo con las predicciones más precisas, la temperatura media global podría aumentar de 1 a 4 grados centígrados a medida que las concentraciones de CO₂ atmosférico y otros gases de efecto invernadero aumenten de 280 partes por millón (ppm) en la era preindustrial a 387 ppm en 2008. De igual forma, todos los ecosistemas probablemente se verán afectados por este aumento, pero lo que es más importante, tendrá un efecto domino, en la integridad de la humanidad.

La climatología era meramente una empresa científica centrada en la recopilación de datos sobre temperaturas, vientos y precipitaciones que podían utilizarse para una variedad de propósitos antes del siglo XXI. Los objetivos científicos de este subcampo de la meteorología no estaban claros, sin embargo, en el año 1930 descubrieron el alza en la tendencia de calentamiento global que ya se había notado a fines del siglo XIX. A pesar de ser muy frecuente en ese momento, el desarrollo industrial no estaba relacionado con esta tendencia, y Milutin Milankovitch publicó información sobre variaciones orbitales de la tierra, los cuales podrían ofrecer una defensa convincente para el cambio climático (BERGER & ANDJELIĆ, 1988).

En 1938, Guy Stewar Callendar hizo una declaración en una reunión de la Royal Meteorological Society en Londres de que las principales causas del calentamiento que estábamos experimentando eran el exorbitante consumo de combustibles fósiles los cuales elevaban considerablemente las concentraciones de dióxido de carbono en la atmosfera, siendo este uno de los primeros signos de la influencia humana en el cambio climático (J. Fleming, 2013).

La frase “efecto invernadero” fue utilizada por primera vez por Svate Arrhenius en 1896 para referirse a los efectos potenciales del dióxido de carbono desarrollado por todas las actividades humanas de ese entonces. Este afirmó que, si las concentraciones de este gas eran duplicadas, la temperatura media de la tierra aumentaría entre 5 y 6 grados centígrados. Debido a las incertidumbres que persistieron y las limitaciones de los primeros modelos climáticos, los científicos no pensaron mucho en esta teoría antes de 1910 (Llebot, 2011).

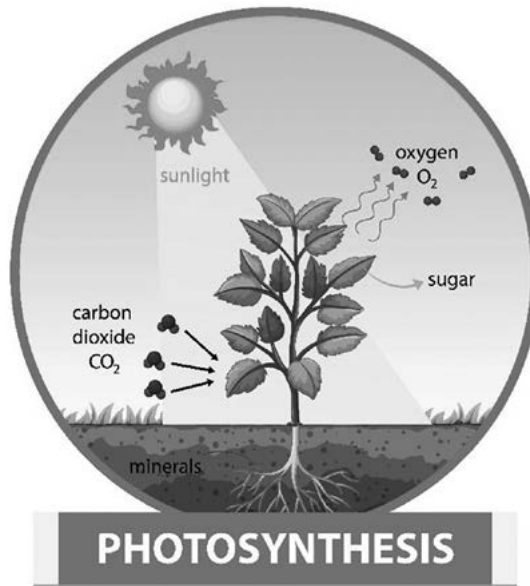
El clima no se vio afectado significativamente por la desaceleración del desarrollo tecnológico causada por la Segunda Guerra Mundial porque los pronósticos meteorológicos apoyaron la planificación de la guerra y EE. UU. promovió la investigación sobre el calentamiento global basada en las hipótesis de Callender.

A fines de la década de 1950, Roger Revelle, científico de la Institución Oceanográfica Scripps, emitió una advertencia sobre los efectos potenciales de un rápido aumento del dióxido de carbono y los gases similares, que ahora comparten el nombre de gases de efecto invernadero. Charles Keeling, lidero en 1958, uno de los avances más importantes para evaluar el calentamiento y su relación con el dióxido de carbono, utilizando mediciones mensuales durante dos años (IX-1957 a XI-1959) de la variación de las concentraciones de carbono en la atmósfera en el Polo Sur y en otros lugares (Keeling et al., 1989).

El efecto Keeling es el proceso por el cual las hojas eliminan el dióxido de carbono de la atmósfera durante el día (fotosíntesis), luego las plantas, los animales y los microbios del suelo consumen carbono en forma de materia orgánica y liberan CO₂ a la atmósfera mientras respirar. A pesar de que la fotosíntesis cesa en el invierno del hemisferio norte cuando la mayoría

de las plantas pierden sus hojas, la respiración continúa. Según la figura 4, la fotosíntesis se reanuda en la primavera después de un paréntesis estacional, lo que reduce el aumento de las concentraciones atmosféricas de CO₂ que se produce durante el invierno, en la figura 9 se puede observar como se desarrolla la fotosíntesis.

Figura 9. Fotosíntesis.



Fuente: www.freepik.es

Con la llegada de las computadoras para agilizar los cálculos y los primeros satélites meteorológicos (el satélite TIROS I se lanzó en 1960), los primeros modelos matemáticos del clima comenzaron a surgir en la década de 1960 (García Fernández, 2011). Todo ello facilita el paso de la meteorología cuantitativa a la cualitativa. causas sustanciales de las emisiones de gases de efecto invernadero.

El informe de 1972 de Dennis Meadows para el Club de Roma, “Los límites del crecimiento”, que advertía sobre el creciente uso de combustibles fósiles y sus efectos sobre el medio ambiente, utiliza un modelo informático predictivo. Los gases clorofluorocarbonados (CFC) se relacionaron por primera vez con el efecto invernadero en 1975, lo que provocó la primera advertencia (Meadows et al., 1972).

La Primera Conferencia Internacional sobre el Clima, que se llevó a cabo en 1979, incluyó abordar el cambio climático provocado por las emisiones de GAI, siendo estos los principales responsables del calentamiento global. La Academia Nacional de Ciencias de EE. UU. coincide con la hipótesis de Svate Arrhenius de que si se duplicaba la cantidad de dióxido de carbono existente en la atmosfera, esta aumentaría la temperatura media del planeta de entre 1 y 4 grados centígrados.

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) fue fundado en 1988, y en su informe de 1989, el Instituto Goddard para la Investigación Espacial de la NASA confirmó este fenómeno del cambio climático y el calentamiento global, caracterizando al año de 1988 como uno de los años más calurosos de los 80s, donde ocurrieron incendios forestales que incineraron cerca de tres millones de hectáreas.

Tras la publicación del primer informe del IPCC en 1990, los primeros debates sobre el alcance del fenómeno y sus posibles causas fueron patrocinados por grupos de presión que representaban a las empresas que podrían enfrentarse a restricciones en el uso de combustibles fósiles. Estados Unidos impidió que en la Cumbre de la Tierra ECO 92 de Río de Janeiro (Brasil) en 1992 se llegara a un posible acuerdo sobre una potencial Convención sobre cambio climático.

África experimentó su década más calurosa y seca en la década de 1990. El año 1998 parece haber sido el más caluroso registrado, lo que demuestra cómo tanto los patrones de migración de aves e insectos voladores como el patrón de lluvia han cambiado a lo largo del tiempo. En la plataforma de hielo Larsen en la Antártida, se produjo un desprendimiento de hielo masivo (85 x 64 km) en 1995, la cual dio origen a el desprendimiento de Larsen A, Larsen B y Larcen C (Morales Ulloa, 2017).

Así mismo, fluctuaciones de temperatura en el año 2000, las olas de calor cobraron la vida de 1000 o más personas en India, Grecia, Rumania, Turquía y Bulgaria. En 2003, 20.000 personas en Europa murieron prematuramente (180 en Francia en un solo día), todas ellas mayores de 70 años. Por lo tanto, se debe prestar mucha atención a todos estos eventos conectados cuando se hable de cómo el cambio climático afecta a la salud.

A finales de 1997, 125 países acordaron el Protocolo de Kioto legalmente vinculante, que exige una disminución del 5,2 % en las emisiones de gases de efecto invernadero entre 2008 y 2012 en comparación con los niveles de 1990. Al retirarse del Protocolo de Kioto en marzo de 2001, Estados Unidos, el mayor productor de dióxido de carbono del mundo, citó preocupaciones de seguridad nacional así como una distribución injusta y desigual de las cargas asociadas con el acuerdo (de Kyoto, 1997).

En Ontario, Canadá, científicos pudieron notar altas temperaturas en el Ártico luego de las olas de calor en 2000 y 2003, que resultaron en más de 1,000 muertes y más de 20,000 muertes adicionales en Europa, respectivamente, así como la temperatura récord en 2005. Comparado con el promedio de los años entre 1979 y 2000, la superficie de hielo del Polo se contrajo en más de un 39 % entre 2005 y 2007. Esto representa una disminución del 23%, por lo tanto, si las cosas se mantienen con la misma tendencia, en la década del 2020, se podría perder completamente el hielo de los polos del planeta.

La celebración del “Primer Día de la Tierra” el 22 de abril de 1970 supuso un salto cualitativo muy significativo en la apuesta por la conservación de la naturaleza como uno de los valores fundamentales de las sociedades occidentales, que cogió por sorpresa a los pueblos. Los movimientos ecologistas, muchos de los cuales carecen de la formación científica necesaria para influir en la opinión pública sobre el cambio climático y comprender los efectos de este fenómeno sobre la existencia de varias especies y sus hábitats naturales, se oponen firmemente a las centrales nucleares, que son la fuente de energía más limpia en la actualidad.

La mayor parte de la literatura científica disponible actualmente sobre el clima y el cambio climático se encuentra en los diversos informes del IPCC (Panel Internacional contra el Cambio Climático), que recibió el Premio Nobel de la Paz en el año 2007. Nuestra comprensión ha mejorado como resultado de la expansión y mejora de conjuntos de datos, métodos de análisis, cobertura geográfica de las observaciones, nuevos descubrimientos relacionados con la incertidumbre y una gama más amplia de mediciones.

Entre muchas otras, dos teorías sobre el cambio climático son ampliamente aceptadas: las propuestas por el IPCC y la “Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”. La diferencia entre los dos es que el primero enfatiza el cambio en el clima que se puede ver, ya sea por aleatoriedad natural o a la actividad humana, mientras que el segundo hace referencia al cambio provocado por la actividad humana, sin importar la forma, aumentando la aleatoriedad natural del clima.

El IPCC lo define como un cambio notable en el estado del clima provocado por un una diferencia en la media y/o la variabilidad de sus propiedades, que tiene una duración muy larga, estimada en décadas o más períodos, como resultado de diferentes fenómenos naturales o de la actividad humana.

De acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas, define al cambio climático como “un cambio identificable en el clima, atribuible directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la estructura de la atmósfera y que se suma a la variabilidad climática natural, observada durante un largo período de tiempo comparable.

Recientemente se ha producido un cambio climático inconfundible, y toma muchas formas y tamaños diferentes, incluido un aumento de las temperaturas globales, el calentamiento de los océanos, el incremento del nivel del mar y una disminución de la capa de nieve y hielo. condiciones climáticas extremas, patrones de precipitación alterados y otros cambios.

La tendencia al calentamiento global está provocando un aumento de las temperaturas, aunque es más pronunciado en las regiones del norte, particularmente en el Ártico. Más importante que el aumento real de la temperatura es la rapidez con la que ha estado aumentando últimamente.

El sistema climático ha absorbido hasta el 80% de la energía térmica producida por la actividad humana desde 1960, calentando el mar hasta una profundidad de 3.000 metros. Los alarmantes promedios globales de aumento del nivel del mar son consistentes con la expansión térmica (57 %) y el derretimiento de glaciares y casquetes polares (28 %), así como con la pérdida de los casquetes polares.

Preocupantemente rápido, y en línea con el calentamiento global, ha habido una disminución de la nieve y el hielo desde 1900. Pero desde 1978, hemos observado una disminución anual del 2.7% en el hielo marino del Ártico, y en el verano, esta disminución aumenta a 7.4% anual.

En el hemisferio norte, el suelo helado estacional disminuye un 7%, y en primavera puede disminuir hasta un 15%. El término “permafrost” fue acuñado por S.W. Muller en 1943, para definir la capa permanentemente congelada del Ártico, también se ha visto un aumento del 3 por ciento en la temperatura desde 1980. Las nevadas en el hemisferio norte, el nivel medio del mar y la temperatura superficial global promedio todos tienen algunos valores diferentes de los años 1961-1990, pero cada uno todavía está sujeto a ciertos márgenes o rangos de incertidumbre.

Desde 1900, ha habido cambios notables en los patrones de lluvia, con algunas áreas (como el este de América del Norte y del Sur, el norte de Europa y el norte y el centro de Asia) experimentando aumentos y otras (como el Sahel, el sur de Asia, África, y el Mediterráneo) experimentando descensos. Sea como fuere, es evidente que desde 1970 se han ampliado las zonas afectadas por sequías severas o falta de precipitaciones.

Los episodios de fenómenos meteorológicos extremos son reseñables y conocidos, debido a que han adquirido mucho protagonismo en los medios de comunicación. En los últimos 50 años, tanto su frecuencia como su intensidad han cambiado significativamente. El IPCC predice una disminución en la frecuencia de días y noches fríos y helados y un aumento en la frecuencia de días cálidos.

También es probable que las olas de calor en tierra ocurran con mayor frecuencia según los márgenes de incertidumbre. Además, es posible que aumente el porcentaje de precipitaciones intensas, siendo las zonas más riesgosas, bajas y frecuentes las más afectadas por el aumento del nivel del mar. No es necesario confiar en incertidumbres o probabilidades para afirmar que la cantidad de actividad ciclónica en el Atlántico Norte ha aumentado significativamente desde 1970.

Lo cierto es que desde 1970 la calidad de los datos ha mejorado significativamente, si bien la variabilidad climática regional y la escasez de datos en muchas zonas debido al bajo nivel de desarrollo de los países han

sido obstáculos para comprender la evolución del clima. La mayoría de las naciones ahora combinan observaciones con metodologías reconocidas, el número de estudios está aumentando y es posible evaluar con mayor precisión los efectos del calentamiento global.

Los glaciares se están derritiendo y hay más y más grandes lagos glaciares como resultado de la alteración de los sistemas naturales que dependen del hielo, la nieve y el suelo helado. El terreno también se ha vuelto más inestable como resultado del derretimiento del permafrost, lo que puede provocar movimientos de tierra. Esto es especialmente cierto en las montañas, donde ha aumentado el riesgo para las poblaciones debido a los desprendimientos de rocas. El movimiento de los depredadores en la cadena alimentaria también se ve afectado por el cambio en la biomasa del ecosistema del hielo marino que se ha observado en el Ártico y la Antártida.

Existe una probabilidad significativa de que los sistemas hidrológicos se vean afectados por los efectos del cambio climático y el calentamiento global. Es crucial llamar la atención sobre el hecho de que uno de estos cambios, el aumento de la escorrentía en ríos y lagos, contribuye a la pérdida de la tierra por las corrientes. Los ríos alimentados por el deshielo de los glaciares y la nieve sabrían cuándo esperar inundaciones de primavera.

El efecto más significativo es, sin duda, el cambio en la estructura térmica y la calidad del agua de ríos y lagos en muchas zonas, lo que repercute en la salud de las personas. Sin embargo, este efecto es más pronunciado en los países menos desarrollados donde hay pocas instalaciones de purificación de agua y, como resultado, la prevalencia de enfermedades transmitidas por el agua aumenta como resultado directo de la accesibilidad al agua no potable.

Existe una gran probabilidad de que los sistemas biológicos terrestres sufran daños significativos dado el creciente cuerpo de evidencia y el impacto en una amplia gama de especies. Las observaciones satelitales muestran que, en algunas regiones, el alargamiento de los períodos de crecimiento térmico tiene un impacto positivo en los procesos primaverales, como la germinación acelerada de árboles y plantas. Los procesos de puesta de huevos y migración de las aves son los mismos, aunque algunas aves ya no migran a zonas cálidas en invierno.

Los sistemas biológicos marinos y los sistemas biológicos de agua dulce se ven principalmente afectados por los cambios en la temperatura del agua y los correspondientes en la capa de hielo, la salinidad, la cantidad de oxígeno y las corrientes marinas. Es un desafío determinar con precisión qué factores son los culpables del cambio climático y el calentamiento del agua, a pesar de que hay evidencia de que la sobrepesca y la contaminación marina afectan negativamente a los arrecifes de coral.

Debido a que el zooplancton y las algas son partes esenciales de la cadena alimentaria, el medio ambiente se deteriorará gravemente si se eliminan debido a la contaminación o al aumento de las temperaturas. El calentamiento del agua provoca un crecimiento más frecuente de zooplancton y numerosas algas en lagos y ríos en latitudes altas. Muchas especies de peces han avanzado en sus procesos de migración fluvial como resultado del calentamiento del agua a lo largo del tiempo.

Si bien puede haber otros cambios ambientales que impacten tanto en el medio natural como en el humano, es difícil precisar sus causas debido a los mecanismos de adaptación y la existencia de orígenes no climáticos, como sucedió con los arrecifes de coral.

El aumento de las temperaturas ha afectado las prácticas forestales y agrícolas, así como otro tipo de prácticas realizadas por los seres humanos, en el hemisferio norte. Como resultado, los cultivos de primavera se sembraron antes de lo habitual y las afectaciones producidas por las plagas, así como los incendios han aumentado. La pérdida de humedales y manglares costeros tiene un efecto perjudicial similar al de la reducción de la capa de hielo y nieve de la región ártica, lo que obliga a cambios en las actividades humanas con importantes efectos económicos, como la caza o excursiones de turismo de invierno.

Los científicos actualmente tienen suficientes datos de más de 29,000 series de observaciones realizadas en todo el mundo en un conjunto aprobado de 75 estudios para llegar a la conclusión de que más del 89 por ciento de los cambios observados en los ecosistemas son consistentes con los cambios provocados por el calentamiento global.

El uso de esta información, así como los indicadores actuales y su análisis, puede abordarse desde un punto de vista cualitativo o cuantitativo, a

pesar de que los datos son de fácil acceso, la tecnología ha avanzado y los sistemas informáticos se utilizan para analizar y evaluar estos modelos climáticos. El Documento de Trabajo del Grupo IPCC hizo una distinción entre acuerdo alto, evidencia suficiente, evidencia media y acuerdo medio basado en una evaluación cualitativa basada en la cantidad y calidad de la evidencia, así como el nivel de acuerdo (el grado de acuerdo entre el conocimiento científico y una conclusión específica).

El IPCC ha podido clasificar las conclusiones en cinco niveles utilizando la evaluación cuantitativa, que mide el grado en que se puede creer que una conclusión es precisa. Estos niveles son: muy alto (9/10), alto (8/10), medio (5/10), bajo (2/10) y muy bajo (1/10). Según valoraciones basadas en estadísticas análisis y estándares profesionales, las conclusiones se pueden categorizar en cuatro grupos: prácticamente seguro (> 99 por ciento), extremadamente probable (> 95 por ciento), muy probable (> 90 por ciento) y probable (>66 por ciento). Los términos enumerados anteriormente se utilizan en todos los escritos científicos actuales sobre estos temas (Cárdenas Gutiérrez et al., 2022; de Kyoto, 1997).

2. La proyección hacia una energía limpia

Los recursos naturales inagotables son las principales fuentes de energía renovable, siendo este tipo de energías las principales responsables para que se cumplan los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), asegurando de esta manera la sostenibilidad del planeta. Dentro de estos tipos de energía, se incluyen las fuentes de energía solar, eólica, hidráulica, geotérmica, mareomotriz, undimotriz, biomasa y biogás (Naciones Unidas/CEPAL, 2019).

Cuando una fuente de energía depende de algún tipo de recurso natural como lo es el sol, el viento, el agua o la biomasa, se dice que es renovable. La distinción clave entre la energía renovable y las fuentes de energía convencionales es que la primera se basa en recursos naturales renovables en lugar de combustibles fósiles. También son muy respetuosos con el medio ambiente porque no ningún GEI, siendo estos, la principal causa del cambio climático, ni otras emisiones contaminantes (Ávila & Gómez, 2014).

La energía renovable, se define de esta manera, como una fuente de energía segura y regenerativa. Es importante darse cuenta de que no todas las fuentes de energía limpia son renovables, como lo puede ser, la energía nuclear.

2.1 Beneficios de la implementación de las energías renovables

El uso de este tipo de energía, posee una serie de beneficios, los cuales serán compartidos a continuación, permitiendo así una mayor comprensión de porque este tipo de energía es tan importante para nuestra sociedad (Probst Oleszewski & Oleszewski, n.d.). Por lo tanto, los principales beneficios de este tipo de energía son:

- Energía alternativa. Este tipo de energía, respeta al medio ambiente, por lo tanto, protege el medio ambiente manteniendo el mismo estándar de calidad energética.
- Creación de empleo: la energía alternativa puede generar hasta cinco veces más puestos de trabajo que la energía convencional.
- No producen contaminación: Este tipo de energía no libera CO₂ ni otros contaminantes atmosféricos; por lo que se destaca este como el principal beneficio del uso de esta energía frente a las convencionales. Debido a que las emisiones de gases de efecto invernadero se reducen con esta forma de energía, los efectos del cambio climático se reducen. Al igual que la energía nuclear produce residuos difíciles de tratar, esta forma de energía no lo hace tan bien.
- No tienen fecha de caducidad: A diferencia de los combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas natural los cuales son limitados, las fuentes de energía renovables como el sol, el agua y el viento, son inagotables.
- Son futuristas: Los recursos no renovables ya no se pueden utilizar después de que se hayan agotado en algún momento, lo que convierte a este tipo de energía en la energía del futuro.
- Fomentan la autoindulgencia. Este tipo de energías, son las responsables del aumento del autoconsumo eléctrico. La instalación de paneles solares, calderas de biomasa o estaciones de carga de vehículos eléctricos en garajes comunitarios debería ser obligatoria en los futuros códigos de construcción.
- Son seguros: El uso de recursos renovables para producir energía es seguro para los usuarios y el medio ambiente. Este es un gran beneficio, si se comparan este tipo de energías, con las preocupaciones sobre la seguridad de la energía nuclear o la contaminación provocada por el uso de combustibles fósiles.
- Se pueden encontrar en cualquier parte: uno de los beneficios de las fuentes de energía renovable es que se pueden encontrar en todas partes porque están hechas de recursos naturales. En áreas aisladas

donde es casi imposible construir una instalación convencional, es más sencillo importar energía renovable.

- Brindan ventajas económicas. Los costes de las energías renovables, pueden predecirse y planificarse únicamente en función de las inversiones necesarias para explotarlas. Debido a su propensión a fluctuaciones significativas, los combustibles fósiles, y el petróleo en particular, socavan cualquier planificación y promueven la especulación del mercado. Al final de mes, todos pagaremos menos por la luz porque los precios están bajando.
- Se previenen conflictos geográficos: Los desacuerdos sobre quién controla y es dueño de las materias primas, que existen en algunas naciones del mundo, son una de las principales causas de conflictos geopolíticos y del territorio. De tal forma, que las fuentes de energía renovable no tienen esos problemas porque son un recurso distribuido.
- Su uso permite la independencia energética: Permite que un país mejore su independencia energética y dejar de importar energía de otros países mediante el uso de fuentes de energía renovables.

2.2 Inconvenientes de las energías renovables

La energía renovable tiene algunos inconvenientes, aunque son pocos (Ávila & Gómez, 2014). Los primarios problemas que se encuentran con el uso de este tipo de energías son:

- Dependencia de eventos atmosféricos. La cantidad de energía producida está determinada por el sol, el viento y otros fenómenos naturales que no se encuentran bajo control humano. Como resultado, es un desafío predecir cuánto se podrá generar en una fecha determinada.
- Se requiere una inversión importante: Hacer un lugar donde se pueda producir electricidad renovable requiere costos fijos iniciales que nadie puede pagar. Siempre es rentable a largo plazo, pero algunas personas o países carecen de los medios financieros para ponerlo en práctica.
- Necesita mucho espacio: Se requiere un espacio muy grande para producir mucha energía, generando un impacto negativo visualmente.

2.3 Tipos de energía renovable

Todas las energías renovables se caracterizan por no producir residuos, así mismo, se distinguen por tener un mínimo impacto en el medio ambiente. Estas son fuentes de energía ilimitadas e autóctonas, ya que se pueden desarrollar en función de las condiciones locales.

Por ejemplo, es más probable que las naciones con la mayor cantidad de horas de sol al año usen energía solar, mientras que las que se encuentran en regiones ventosas usen energía eólica.

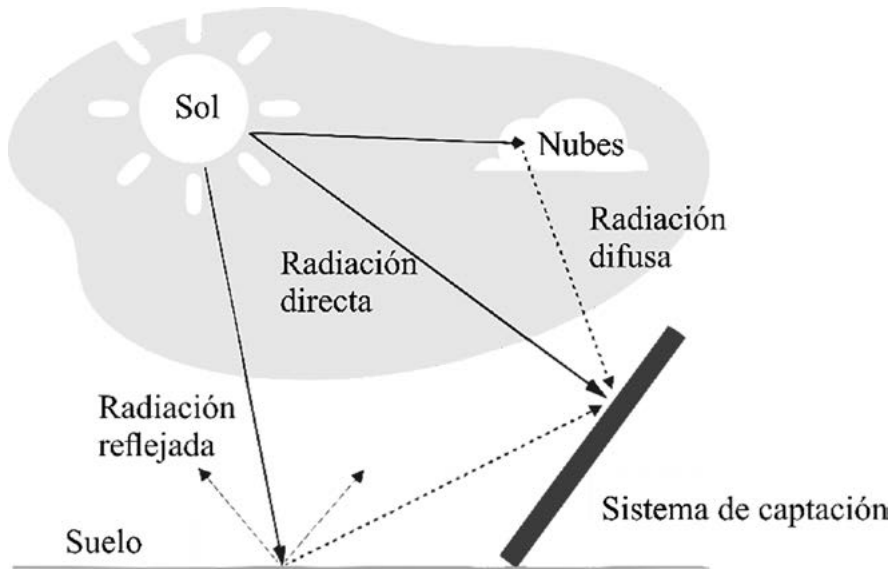
La energía renovable puede se clasifica en los siguientes tipos:

- Energía solar.
- Energía eólica
- Biomasa
- Energía geotérmica.
- Energía hidroeléctrica
- Energía mareomotriz

2.3.1 *Energía solar*

Este tipo de energía se considera como el combustible de nuestros sistemas energéticos y meteorológicos. Cada hora, todo nuestro planeta recibe suficiente radiación solar para satisfacer las necesidades energéticas que existen a lo largo del planeta en su totalidad, durante un tiempo prologando de un año completo. Por lo tanto, sus características principales se encuentran en la posibilidad de utilizar colectores solares o fotovoltaicos para captar y transformar la energía solar, para aprovecharla de la mejor manera (Solar, 2019).

Figura 10. Funcionamiento de la energía solar.



Fuente: elaboración propia.

Una de las principales ventajas de este tipo de energías, es su no agotamiento. Su impacto ambiental es mínimo debido a que logra producir energía sin emitir gases de efecto invernadero, sin embargo, tiene ventajas e inconvenientes (Nandwani, 2005).

Un inconveniente, por ejemplo, de este tipo de energía, está en cuanto radiación solar recibe una superficie al día, puesto que nuestro sol, sale y se ve diferente en todas las partes del mundo e incluso en algunas, esta variabilidad de horas de luz ocurre en diversas épocas del año, como lo es el caso de las latitudes más altas. Dependiendo de cómo y dónde se produzca, la energía solar puede adoptar diversas formas, estas comprenden.

- La energía solar térmica utiliza la energía del sol para generar calor. Se puede utilizar tanto para fines domésticos como comerciales (Martínez, 2009). Para utilizar este tipo de energía renovable, es necesario instalar un colector solar, ya sea en el techo de la casa o en un terreno considerable en una planta termo solar. Al convertir la energía térmica en energía mecánica, estos colectores permiten la generación de electricidad.

Figura 11. Energía solar térmica.



Fuente: (Ipsom, 2022)

- La energía solar fotovoltaica es una de las formas más sencillas de producir energía renovable. Por lo tanto, su uso y aplicación están creciendo en popularidad, especialmente en áreas donde las horas del día son la norma. La energía solar se convierte mediante paneles solares fotovoltaicos a base de silicio en el sistema, que luego la transmite a la red eléctrica para su uso (Lamigueiro, 2013).

Figura 12. Energía solar fotovoltaica.



Fuente: www.freepik.es

- **Energía solar activa:** Este tipo de energía, se utiliza principalmente en hogares, donde la energía solar activa es su principal fuente de energía.

Figura 13. Energía solar activa.



Fuente: www.freepik.es

- **Energía solar pasiva:** Sin utilizar ningún mecanismo adicional, la energía solar pasiva utiliza el calor del sol.
- **Energía termo solar concentrada:** Para el aprovechamiento de la energía termosolar concentrada es necesario instalar espejos o lentes que concentren mucha luz solar en un área pequeña. Un motor térmico que genera una corriente eléctrica es alimentado por esta fuente de energía renovable, que convierte la luz en calor (Gil, 2015).

Figura 14. Planta termosolar Hami.



Fuente: (Helio Noticias, 2022)

2.3.2 ¿Qué aplicaciones existen para la energía solar fotovoltaica?

El sol proporciona luz, energía y calor a todos los seres vivos, pero los humanos pueden usar los rayos del sol de manera más eficiente para satisfacer algunas necesidades que antes requerían formas de energía más contaminantes, utilizando así esta energía renovable (Meinel & Meinel, 1982). Algunos de los usos de la energía solar generada por la fotovoltaica.

- **Electricidad.** La electricidad puede ser generada por paneles solares fotovoltaicos, estos paneles, que están hechos de una variedad de sustancias combinadas con otras sustancias como el fósforo, tienen la capacidad de producir cargas tanto positivas como negativas, así como electricidad. Los electrones se mueven hacia cargas positivas cuando son excitados por fotones de los rayos del sol, lo que da como resultado una corriente eléctrica.
- **Calefacción:** Los espejos parabólicos en los paneles solares recogen los rayos del sol y los enfocan en un objetivo, generalmente un tanque de agua. Se calienta y se envía a los hogares donde se puede utilizar para una variedad de propósitos, como bañarse, cocinar y calentar.
- **Disminuir el calor:** Inesperadamente, la producción de aire fresco se puede lograr utilizando energía solar, al igual que con los acondicionadores de aire. Para enfriar el aire caliente, un proceso conocido como “refrigeración solar” emplea un material que absorbe el calor que está integrado en los paneles solares.
- **Riego artificial:** Para ayudar en la extracción y transporte de grandes volúmenes de agua, las bombas de agua solares que se conectan a paneles solares fotovoltaicos se pueden utilizar para múltiples sistemas de riego en jardines, áreas de cultivo o parques.

Una de las fuentes de energía más simples y fundamentales es la energía solar. Su funcionamiento se basa en la idea de que los fotones del Sol actúan como un emisor natural que viaja a la superficie del planeta a la velocidad de la luz, donde la luz puede convertirse en energía eléctrica

mediante la instalación de módulos fotovoltaicos. A través de una red de células fotovoltaicas, estos módulos o paneles absorbentes de radiación solar la absorben y la convierten en corriente eléctrica.

La energía solar también puede potencializar todos los sistemas de transporte actual, independientemente del modo de transporte, la contaminación del aire es uno de los mayores problemas que enfrenta el mundo hoy en día, es necesario encontrar métodos de transporte alternativos para construir un mundo más sostenible.

También, se puede utilizar en vehículos eléctricos con paneles solares fotovoltaicos aportes naturales.

Es crucial tener en cuenta que los humanos no solo usan la tecnología para convertir y reutilizar la energía solar al definir qué es. En la naturaleza también se ve directamente afectada.

- **Fotosíntesis.** El proceso de fotosíntesis es posible gracias a la energía solar en plantas y algas, así es como estos seres vivos obtienen la materia orgánica y la energía que necesitan para sobrevivir. Las plantas utilizan el pigmento clorofilo, que se encuentra en las células vegetales y es muy sensible a la luz, para absorber la luz solar. Es esencial porque este proceso reduce los niveles de CO₂ mientras nos proporciona el oxígeno que necesitamos para sobrevivir.
- **Fuente de vitamina D:** La radiación que el sol emite a la tierra, proporciona directamente a los humanos vitamina D. Lo hacen activando el proceso enzimático de las células de la piel para producirla, por lo tanto, el cuerpo obtiene calcio, que es esencial para tener huesos fuertes, músculos saludables, un sistema nervioso que funcione y un sistema inmunológico saludable.
- **Regulación de la temperatura corporal:** El cuerpo de cada animal necesita una cierta temperatura para funcionar correctamente. Dependiendo de qué tan bien puedan autorregularse, pueden clasificarse como endotermos o ectotermos. La energía solar es esencial para estos organismos porque no pueden regular la temperatura de su propio cuerpo y deben depender del calor del sol para sobrevivir.

2.3.3 Beneficios de la energía solar

La humanidad debe desarrollar un comportamiento que le permita reducir nuestro impacto en el medio ambiente como consecuencia de la crisis climática. Uno de estos pasos cruciales para crear un planeta más sostenible es elegir fuentes de energía renovables en lugar de combustibles fósiles (Bonilla-Granados et al., 2021; Cely-Calixto et al., 2020). El acceso a fuentes de energía más limpias se ha hecho más accesible como resultado de la popularidad de este tipo de energía (Gómez Ramírez, 2017). Existen numerosas ventajas y beneficios en la producción de electricidad a partir de la luz solar, algunas de estas son:

- Es una fuente de energía limpia que no genera residuos durante la producción.
- La energía solar fotovoltaica tiene un impacto mucho menor que incluso otras energías renovables como la eólica.
- La energía solar ahora se puede reciclar gracias al avance tecnológico. Y el hecho de que la energía solar se pueda almacenar y convertir en energía eléctrica nos permite aprovechar cualquier excedente que se produzca.
- Ayuda a promover el desarrollo sostenible.
- Promueve el uso de menos combustibles fósiles.

2.3.4 Energía eólica

A medida que hacemos la transición a sistemas de energía más limpios y sostenibles, la energía eólica se considera una fuente crucial de generación de electricidad. Algunos parques eólicos ahora pueden producir electricidad a costos similares a los de las plantas de energía nuclear o de carbón gracias a la tecnología moderna. Sin duda, esta forma de energía tiene tanto ventajas como inconvenientes, pero estos últimos superan con creces a los primeros (Moragues & Rapallini, 2003).

La energía eólica es el nombre de la energía derivada del viento, esta se desarrolla gracias al impacto de las corrientes de aire, pudiéndose

catalogar como una especie de energía cinética. Podemos convertir esta energía en electricidad utilizando un generador, de tal forma, que la energía producida a partir de combustibles fósiles puede llegar a ser sustituida paulatinamente (Díaz, 2013).

Figura 15. Energía eólica.

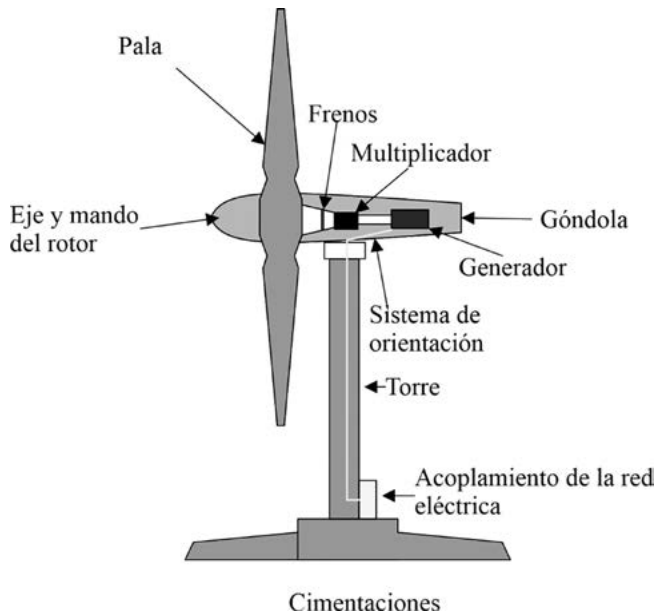


Fuente: www.freepik.es

La energía eólica se puede crear convirtiendo la rotación de las palas de una turbina eólica, por medio de un sistema de imanes, en energía eléctrica, esta idea se basa principalmente, en los molinos de viento.

La torre, el sistema de orientación en la parte superior, el armario de conexión a la red eléctrica adosado a la base de la torre, y la góndola, que es el almacén que alberga los componentes mecánicos forman lo que se puede denominar como un aerogenerador, el cual sirve de base para las palas, el eje de transmisión y el rotor, los cuales están ubicados frente a las palas. Dentro de la góndola se encuentran el sistema de freno, multiplicador, generador y regulación eléctrica (Juárez-Hernández & León, 2014).

Figura 16. Turbina eólica.



Fuente: elaboración propia.

El eje (ubicado en el poste) está conectado a las palas a través del rotor, que luego une el eje al rotor, enviando energía de rotación al generador. Para crear voltaje eléctrico y, posteriormente, energía eléctrica, este generador utiliza imanes.

A través de una línea eléctrica, este tipo de turbinas, transportan la electricidad generada desde su instalación de conversión hasta una subestación de distribución, que recibe la energía y la distribuye al consumidor final, esto se puede apreciar en la figura 16.

Principales ventajas de la energía eólica

Son muchas las ventajas que tiene este tipo de energía, de las cuales se pueden resaltar:

- **El suministro de energía es inagotable:** Siempre puede confiar en el viento como su principal fuente de energía porque no tiene vida útil, lo que lo convierte en un recurso ilimitado y abundante. Además, es accesible en una amplia gama de lugares en todo el mundo.

- **Tiene un tamaño compacto:** Lograr el desarrollo la misma cantidad de electricidad, un campo fotovoltaico, es necesario disponer de un espacio más grande que el necesario dentro de un parque eólico. Además, debido a que se puede revertir, es simple renovar el espacio que alguna vez fue el hogar del parque.
- **La contaminación no es producida por ella:** Debido a la falta de combustión en el proceso de producción, la energía eólica es una fuente de energía muy limpia. Por lo tanto, no se generan gases peligrosos ni residuos sólidos. Aproximadamente 1000 kg de petróleo producen la misma cantidad de energía que una turbina eólica.
- **Son económicas:** Se puede instalar y mantener una turbina eólica por precios económicos. El costo por kW generado es relativamente bajo en áreas con vientos de alta velocidad. En ocasiones, este costo de producción se comparan con el carbón o con la energía nuclear.
- **Puede coexistir con otras actividades:** La utilización de un parque eólico permitirá que el sector agrícola y ganadero crezca con tranquilidad. Esto indica que no tiene efectos adversos en la economía regional y permite que la instalación siga expandiendo estos negocios mientras crea una nueva fuente de riqueza.

Principales inconvenientes de la energía eólica

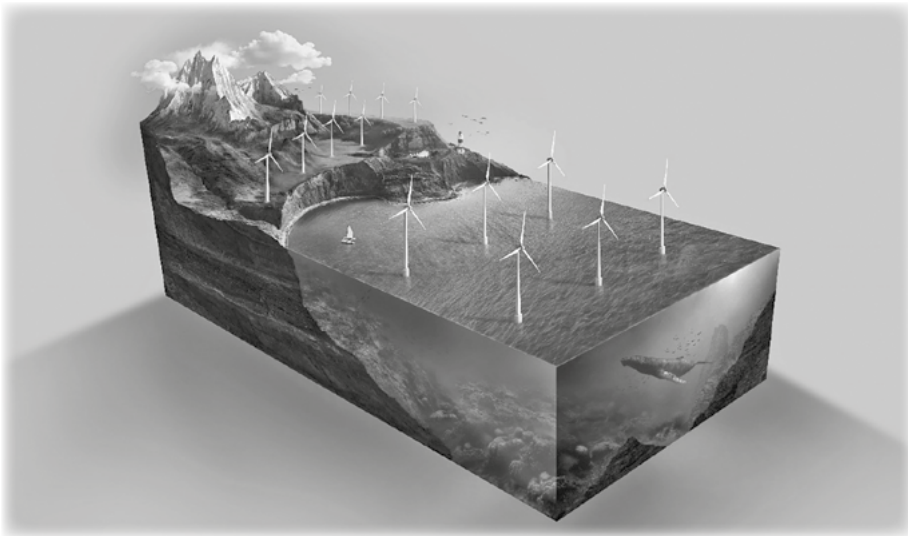
Los principales inconvenientes de la energía eólica son:

- **No hay garantía de que exista viento:** especialmente en pequeñas unidades estacionales, frecuentemente impide que se produzca la producción esperada. Para minimizar el riesgo y mejorar la precisión de los cálculos de rendimiento, por lo tanto, invertir en este tipo de sistemas siempre se realizan a una proyección de tiempo prolongado. Esta desventaja es más clara si se tiene en cuenta que los aerogeneradores solo funcionan correctamente con rachas de viento de entre 10 y 40 km/h. A velocidades más lentas, la energía no es rentable y, a velocidades más altas, pone en peligro la estructura.

- **No es almacenable:** Este tipo de energía que no se puede almacenar y debe usarse sin ningún tipo de espera después de la producción, por lo tanto, no puede reemplazar por completo el uso de otras fuentes de energía, por lo que su capacidad es limitada.
- **Afectan el paisaje:** Los grandes parques eólicos dominan el paisaje y son visibles desde una gran distancia. Con las aspas giratorias que aumentan hasta 40 metros a su altura, las torres/turbinas suelen tener entre 50 y 80 metros de altura. Generalmente las personas de vez en cuando se preocupan por cómo el paisaje es afectado estéticamente.
- **Impacto negativo en la fauna:** Las poblaciones de aves, especialmente las de rapaces nocturnas, pueden sufrir como resultado de los parques eólicos. Debido a que pueden moverse hasta a 70 km/h, las aspas giratorias pueden dañar a las aves. Los pájaros chocan con ellos y mueren instantáneamente porque no pueden verlos a esta velocidad.

Existen principalmente dos tipos de energía eólica, estos son aquellos modelos de energía eólica terrestre, que utilizan turbinas eólicas para generar electricidad, y la energía eólica marina, que utiliza aprovechan los vientos marinos para generar energía, en la siguiente figura se pueden apreciar.

Figura 17. Energía eólica terrestre y marina.



Fuente: www.freepik.es

Los usuarios de las carreteras se encuentran con frecuencia con turbinas eólicas, que son estructuras que se asemejan a molinos de viento y se utilizan, como vimos anteriormente, para generar electricidad utilizando la energía eólica. Por otro lado, los parques eólicos son edificios construidos a partir de una colección de potentes turbinas eólicas conectadas eléctricamente. Las grandes estepas o las regiones costeras son buenas ubicaciones para ellos porque el viento suele tener un impacto suficiente allí.

- **La energía eólica terrestre:** es un subconjunto de la energía eólica pequeña, que normalmente está destinada a uso residencial. Las turbinas eólicas con menos de 100 KW de potencia producen energía eólica pequeña. Con frecuencia se construyen en áreas apartadas que no están conectadas a la electricidad porque son estructuras de pequeña escala, como casas de campo, áreas naturales o cabañas alpinas. Los sistemas híbridos eólico-fotovoltaicos se crean cuando estas instalaciones se combinan con la energía solar fotovoltaica (Juárez-Hernández & León, 2014).
- **La energía eólica oceánica:** Este tipo de energía del océano se genera de manera similar a como se produce la energía terrestre mediante el uso de turbinas eólicas, que permiten el uso de la fuerza del viento para generar electricidad. La única distinción es que en la energía marina, las turbinas eólicas se colocan en medio del océano para aprovechar los fuertes vientos marinos. Dado que no hay obstrucciones en medio del agua, donde el viento es más fuerte y constante, ejerce más fuerza sobre las aspas del aerogenerador y, por lo tanto, es más eficaz que la energía eólica terrestre (González & Estévez, 2005).

¿Qué fines y usos tiene la energía eólica?

La energía eólica fue una de las primeras fuentes de energía utilizadas por los humanos, según la historia (González-Ávila et al., 2006). Gracias a los avances tecnológicos, ahora existen un número significativo de usos para este tipo de energía (Cely-Calixto, 2020; Cely-Calixto, Soto, et al., 2021).

- **La creación de electricidad:** Gracias a los aerogeneradores, es posible transformar la energía cinética del viento en energía mecánica, que posteriormente es transformada en energía eléctrica.

- **Sistemas de bombeo:** El agua se puede recuperar del subsuelo usando energía eólica mediante el uso de bombas de viento, que son molinos que pueden mover hasta 600 litros de agua por hora, o lo suficiente para abastecer las necesidades de una pequeña granja.
- **Fabricación de hidrógeno renovable:** La energía eólica se utiliza para producir la corriente eléctrica constante necesaria para producir hidrógeno renovable. Por ejemplo, este tipo de hidrógeno se utiliza para fabricar combustibles sintéticos o ecológicos.

2.3.5 Biomosas

Los humanos hemos producido desechos desde que comenzaron a vivir en la Tierra, de igual manera, consumimos productos que poseen dentro de su composición dichos materiales desechados, por lo tanto, la práctica del reciclaje es una opción, sin embargo, crear una fuente de energía alternativa, es una opción más interesante (J. Fernández, 2003).

Figura 18. Residuos orgánicos

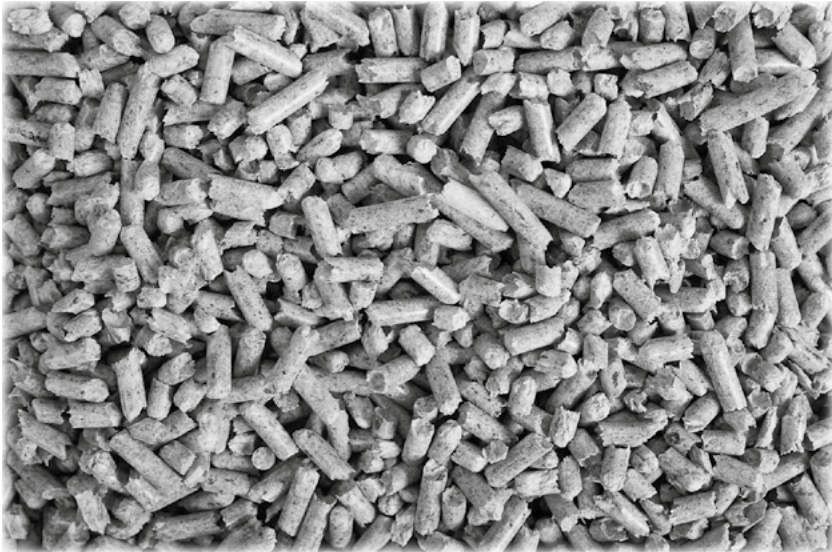


Fuente: www.freepik.es

Es fácil sorprenderse al saber con qué frecuencia se utiliza la biomasa en todo el mundo debido a su capacidad de transformación, esta forma

fascinante de energía renovable, nos ayudará a contribuir en la creación de un mundo más sostenible. La energía de biomasa es el término utilizado para describir a la energía generada por la combustión de materia orgánica (Cely Calixto, Bonilla Granados, et al., 2022). Lo obtenemos de una fuente conocida como biomasa, que se crea todos los días mediante una serie de procesos biológicos. Por ejemplo, residuos de aceites agrícolas, restos de cereales, desechos de poda de árboles y excrementos de animales.

Figura 19. Biomosas.



Fuente: www.freepik.es

Por lo tanto, ya que existen diversas fuentes de obtención, es fácil imaginar que este tipo de energía abre un mundo de posibilidades, de que se pueden producir una variedad de bienes, como carbón vegetal, combustibles líquidos y gases.

Con la ayuda de la energía de la biomasa, podemos generar combustible, electricidad y calefacción, la cual ha sido opacada desde la imposición de utilizar únicamente combustibles fósiles. Sin embargo, la energía de biomasa es uno de los reemplazos más prácticos para los combustibles convencionales, como resultado del deseo de dejar de usar estos combustibles nocivos.

¿Cómo funciona la biomasa?

La biomasa se puede utilizar para generar electricidad o calor, dicho proceso se puede realizar este proceso a pequeña escala, como en hogares o negocios, así como en instalaciones industriales a gran escala utilizando procesos biológicos y termoquímicos (Cerdá, 2012a).

La electricidad se produce en instalaciones especialmente construidas utilizando madera como combustible. Los trabajadores pueden calentar grandes recipientes de agua con la ayuda de esta sustancia, y el vapor generado alimentará generadores eléctricos. Está claro que el proceso es similar a otras fuentes de energía renovable.

Lo interesante de este tipo de electricidad es que al estar siempre disponible la biomasa, no tendremos ningún problema en suministrar los materiales necesarios para su transformación. La biomasa está a nuestro alrededor y es muy fácil de recolectar y usar para continuar con el proceso de creación de energía.

Sin embargo, la biomasa también se puede utilizar para crear combustibles líquidos o gaseosos, rompiendo moléculas de carbono y agua por medio del vapor, donde un catalizador permite la producción de hidrógeno, de esta forma, podemos alimentar baterías para vehículos menos contaminantes.

Además de ser un sustituto viable para los combustibles convencionales, también están disponibles los combustibles líquidos hechos de biomasa. En su elaboración se utilizan aceites vegetales o residuos orgánicos. Todo es posible con combustibles como el biodiesel, los cuales permitirían, que los automóviles emitan un olor a naranja en vez de gasolina.

Por lo tanto, esto nos permite crear productos para una variedad de propósitos, incluidos el transporte, el hogar y la industria.

¿La biomasa califica como un recurso renovable?

Es posible preguntarse, si realmente la biomasa tiene la capacidad de producir energía renovable porque algunos de los materiales de los que obtenemos energía pueden no parecer renovables. La respuesta es sí, la energía de biomasa es limpia y renovable, debido a que estamos frente ante un modo de producción de energía totalmente legal que debemos tener en

cuenta como sustituto de los métodos que se basan en combustibles fósiles (Montero et al., 2005). La sostenibilidad, por supuesto, es un componente crucial para garantizar que las condiciones para la producción de biomasa sean adecuadas para generar energía.

Figura 20. Residuos de madera.



Fuente: www.freepik.es

Usemos los bosques como ilustración. La leña se utiliza para producir energía de biomasa, que nos proporciona calor. Naturalmente, estos entornos requieren tiempo para regenerarse. Habrá un problema de suministro, los precios aumentarán y la contaminación tendrá un impacto negativo inmediato en el medio ambiente si la producción supera los plazos predeterminados.

Los beneficios y desventajas de la energía de biomasa.

Desventajas de la biomasa

- El potencial de sobreexplotación de la biomasa es una de las desventajas de este recurso, como hemos visto, pero con una planificación cuidadosa, podemos prevenir cualquier problema. Para garantizar un

suministro suficiente de material, los sistemas de almacenamiento y distribución de biomasa también pueden mejorar con el tiempo.

- Debido a que algunas regiones no pueden producirlo, su rango es restringido. Por ejemplo, funciona más fácilmente en áreas rurales que en ciudades.
- Su falta de desarrollo ha provocado una complicada distribución de un lugar a otro.
- Algunas áreas forestales, como los bosques, pueden verse amenazadas por un uso excesivo e incontrolado.
- El uso de materias primas está limitado por la necesidad de áreas adecuadas de producción y almacenamiento.
- Algunos alimentos pueden volverse más caros porque algunos cultivos se cultivan principalmente para la producción de energía.
- Son menos densos y menos eficientes que los combustibles fósiles.

Las ventajas de este tipo de energía son:

- Es una energía asequible y rentable. Se favorece la reutilización como resultado de la economía circular, que nos permite dar una segunda oportunidad de vida a todo tipo de bienes usados. La biomasa es imparable porque es muy abundante en el planeta y contribuye a la preservación de espacios naturales como bosques y montañas.
- Establece una amplia gama de servicios, los cuales contribuyen a un alto nivel de diversidad profesional, con industrias en auge, la creación de todo tipo de puestos de trabajo cualificados y con la intención de promover las energías verdes.
- No solo es una fuente inagotable de energía, sino también es increíblemente económica.
- Se pueden utilizar sistemas de calefacción programables y personalizables utilizan energía de biomasa.

- Los materiales utilizados en la combustión son económicos y tienen un valor de mercado estable, a diferencia de los combustibles fósiles, que pueden fluctuar drásticamente.
- Siempre que las instalaciones se realicen correctamente y estén constantemente bajo supervisión profesional, es una energía segura.
- El costo de instalación es bajo y no se requiere mantenimiento constantemente.
- Es una forma de energía limpia y renovable. Emite pequeñas cantidades de CO₂, pero no en grandes cantidades como otras energías como el gas o la gasolina.
- Los sistemas de producción de energía con biomasa son costosos, pero se pueden amortizar rápidamente debido al ahorro que representan a corto, mediano y largo plazo.
- Nos permite generar energía limpia de forma independiente.

Nuestra conciencia sobre la energía de la biomasa y su potencial para proteger el medio ambiente puede crecer ahora que sabemos más sobre lo que implica.

Cuando llega el frío, será posible calentar el hogar de forma eficiente y duradera con energías verdes, así mismo, si la mayoría de nuestras actividades diarias funcionan con energía limpia y renovable nos dará la impresión de que estamos trabajando hacia un futuro mucho más sostenible. El hecho de que la energía de la biomasa sea asequible, renovable y permita el uso de materias primas de origen natural es lo que le confiere sus principales ventajas.

¿Cuáles son los principales tipos de energía biomasa?

La siguiente lista incluye los tres principales tipos de biomasa. Todos ellos vienen de diferentes orígenes (Jarabo et al., 1999). Según las características clave que posee cada tipo de biomasa, la biomasa se puede dividir en tres categorías principales.

Biomasa residual

Es el primer tipo de biomasa y la más común solución para el manejo de residuos orgánicos, tales como:

- Orujo de aceituna.
- Virutas de madera.
- Cáscaras de nueces.
- Residuos de la industria.
- Poda restante.
- Aguas residuales
- La generación de residuos sólidos en entornos urbanos.
- Desechos de animales

La energía de biomasa restante también tiene las siguientes dos características:

- Se derivan de los humanos a través de sus actividades diarias.
- Los residuos pueden ser secos o húmedos.

Biomasa generada

La biomasa generada, es aquella que produce el hombre por medio de la explotación de cultivos específicos en función del terreno.

Biomasa natural

La biomasa natural tiene un origen natural inalterado, en el que el hombre no ejecuta ninguna intervención, los principales productos de biomasa natural son:

- Hojas.
- Árboles caídos y otra vegetación.
- Hierba.

Producción de energía a partir de biomasa

Estos son dos procesos principales hoy en día para transformar la biomasa en energía útil, estos son:

Técnicas termoquímicas

Esta técnica calienta la biomasa para transformarla. Las sustancias menos húmedas como madera, paja, conchas, entre otras, son las que funcionan mejor. Los métodos utilizados son:

- **Combustión:** Cuando quemamos biomasa a temperaturas entre 600 y 1.300 C° con mucho aire (20-40% más alto que el teórico). Los gases calientes que emergen de la biomasa son el método más sencillo para recuperar energía de la misma y pueden utilizarse para generar calor con fines domésticos, industriales y eléctricos (Melissari, 2012).
- **Pirólisis:** La biomasa se descompone utilizando calor (a una temperatura de unos 500 C°) sin oxígeno. Mediante el uso de esta técnica, se pueden crear residuos sólidos carbonáceos, líquidos hidrocarbonados y gases hidrocarbonados. Este proceso se utilizó una vez para hacer carbón vegetal (Urien Pinedo, 2013).
- **Gasificación:** ocurre cuando elementos químicos como monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), hidrógeno (H) y metano (CH₄) se producen durante la combustión en concentraciones variables. El contenido de oxígeno durante la gasificación puede oscilar entre el 10 % y el 50 %, y la temperatura de gasificación puede oscilar entre los 700 y los 1500 C°. Dependiendo de si se utiliza aire u oxígeno, tiene lugar uno de dos procesos distintos de gasificación. Un lado está ocupado por el generador de gas, también conocido como “gas productor”, y el otro por el gas de síntesis. Este último es importante porque puede transformarse en combustibles líquidos (como metanol y gasolina). Como resultado, el proceso de gasificación de oxígeno está recibiendo mucha atención actualmente (Estrada & Meneses, 2004).
- **Co-Combustión:** Consiste en quemar biomasa como combustible adicional en las calderas mientras se quema carbón en ellas. Este proceso reduce el consumo de carbono y las emisiones (ROYO et al., 2008).

Técnicas bioquímicas

Durante este proceso, las moléculas se descomponen durante el proceso por una variedad de microorganismos, se utilizan principalmente para biomasas con altos contenidos de humedad, los más típicos son:

- Fermentación alcohólica: Es un proceso que consiste en fermentar azúcares de origen vegetal para crear un alcohol (etanol) que se puede aplicar a la industria.
- Fermentación de metano. Es un proceso de digestión anaeróbica (sin oxígeno), donde la materia orgánica se descompone (fermenta) y se crea biogás.

Métodos de aprovechamiento de la biomasa

Cuando se aplican diferentes tecnologías a la diversa gama de biomasa que está disponible actualmente, es posible generar energía que se puede ser utilizada de múltiples formas, dentro de estas se destacan:

Producción de energía térmica

Esta se genera por medio de la combustión directa. Sirven como fuente de calor para diversos fines, como secar productos o cocinar alimentos. También pueden producir electricidad o vapor para uso industrial. La producción de contaminación es su principal carencia (J. Fernández, 2003).

Producción de biogas

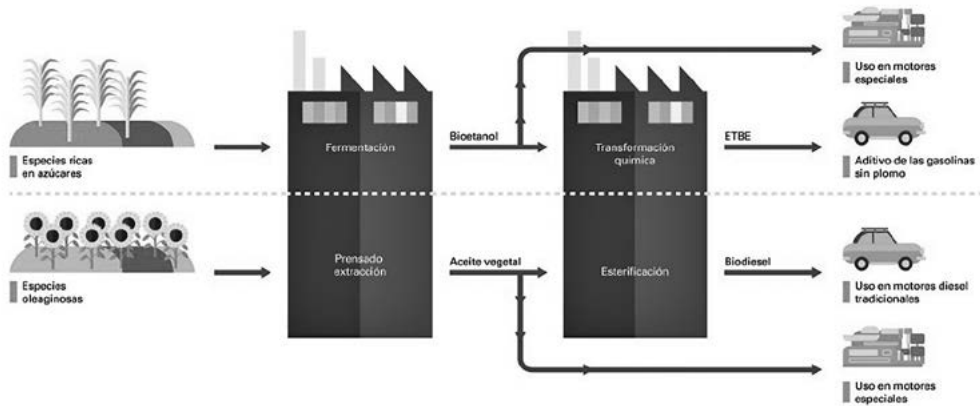
Este método tiene como objetivo principal, la obtención de metano, el cual es de gran utilidad para diversas aplicaciones térmicas en el sector ganadero o agrícola, facilitando la creación de electricidad o calor (Estrada & Meneses, 2004).

Producción de biocombustibles.

Estos funcionan como un sistema alternativo de combustible para los métodos de transporte convencionales y varían según el nivel de desarrollo entre los diferentes países (Cerdá, 2012b). Los biocombustibles se pueden dividir en dos categorías:

- **Bioetanol:** Este reemplazaría a la gasolina, en la actualidad los cultivos convencionales como cereales, maíz y remolacha azucarera se utilizan para este tipo de combustible.
- **Biodiesel:** Este se usa principalmente para reemplazar el diesel. Las futuras variedades que apunten a mejorar las características de producción de energía lo utilizarán.

Figura 21. Combustibles de biomasa.



Fuente: (Fundación endesa, 2022)

Central eléctrica de biomasa

Se trata de una nave industrial que posibilita la producción de energía eléctrica a partir de fuentes biológicas. Las fuentes de energía renovables se utilizan para generar electricidad en plantas de energía de biomasa (Garrido, 2014).

La electricidad producida por combustión o gasificación se puede generar hasta 50MW de potencia. La forma en que opera una planta de energía de biomasa es la siguiente:

1. La principal fuente de combustible, son los residuos forestales que son almacenados en la planta, dentro de esta se administran los tratamientos de contracción necesarios. Toda esta materia prima es finalmente dimensionada y almacenada en el edificio de preparación de combustible.

2. El calor generado durante la combustión del combustible en la caldera hace que el agua de los conductos de la caldera se convierta en vapor.
3. Para la recirculación del agua por los conductos de la caldera se utiliza agua del depósito de alimentación. Allí se calienta transfiriendo calor a los gases de combustión aún más lentos que salen de la caldera.
4. El vapor producido en la caldera, que se envía a una turbina de vapor, que está conectada al generador eléctrico, donde se produce la energía eléctrica, es el principal actor de este proceso, que también tiene lugar en las centrales térmicas convencionales. y transportados por las líneas correspondientes.
5. El vapor de agua en el condensador cambia a líquido y luego se envía de regreso al tanque de suministro, cerrando el circuito principal de agua-vapor de la planta.

Impactos ambientales de una planta de energía de biomasa.

Siempre que se produzca de forma sostenible y renovable, la biomasa es la única fuente de energía que se piensa que garantiza un balance positivo de CO₂. Esto ocurre cuando un recurso se agota más rápido de lo que el planeta puede reponerlo. Para evitar aumentar la concentración de CO₂, la materia orgánica puede almacenar más CO₂ durante el crecimiento del que libera durante la combustión (Montero et al., 2005).

Aunque el potencial energético actual del planeta podría satisfacer todas las necesidades del mundo. Esto requeriría una dependencia significativa de los recursos forestales, en consecuencia, sería imposible mantener el consumo por debajo de la capacidad regenerativa, lo que supondría una importante reducción de la energía neta y el agotamiento de estos recursos, además de tener un impacto negativo sobre el medio ambiente.

Las consecuencias, que incluyen la deforestación y un aumento significativo de las emisiones de CO₂, sugerirían una gran contribución al cambio climático.

2.3.6 Energía geotérmica

Los únicos lugares donde se puede utilizar esta fuente de energía son aquellos que cumplen ciertos requisitos físicos, a pesar de que siempre está disponible. En las zonas más ventajosas, este tipo de energía se manifiesta naturalmente como fuentes termales, géiseres o volcanes (Bruni, 2014).

Figura 22. Energía geotérmica, geyser strokkur

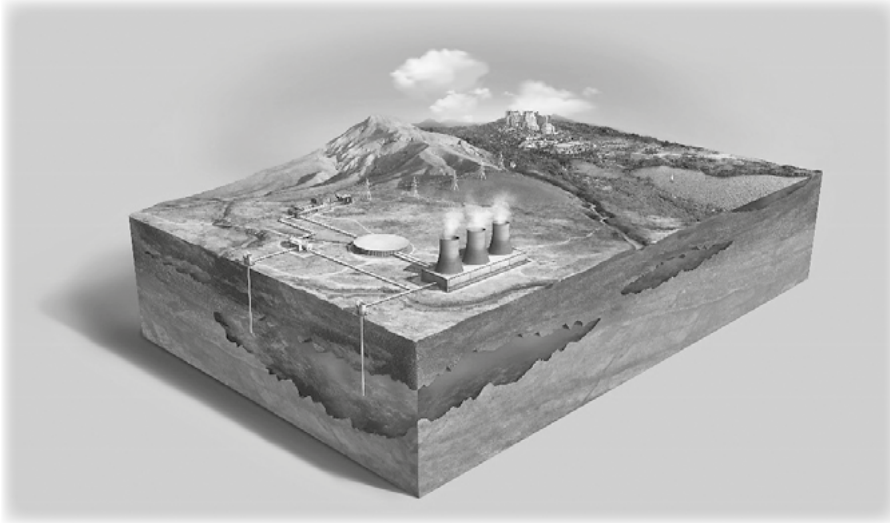


Fuente: www.freepik.es

Esta fuente de energía primaria renovable es crucial para el esfuerzo por reducir las emisiones de carbono porque puede satisfacer una parte considerable de la demanda de electricidad y aire acondicionado en nuestros edificios e industrias. Una planta geotérmica de 10 MW tiene la capacidad de producir energía suficiente para más de 23.000 hogares al año, evitando la emisión de unas 57.000 toneladas de CO₂.

Este es un tipo de energía renovable de origen volcánico, y se crea utilizando el calor interno de la Tierra para extraer agua caliente del subsuelo, que luego se puede utilizar para generar energía térmica o electricidad (Bruni, 2014).

Figura 23. Representación gráfica de la energía geotérmica.



Fuente: www.freepik.es

A medida que nos acercamos al núcleo de la Tierra, las temperaturas aumentan significativamente debido al aumento de la presión, la gravedad y la proximidad al núcleo de metal fundido del planeta. Esto da como resultado numerosos depósitos subterráneos de agua hirviendo que pueden liberarse y forzarse a la superficie, produciendo fuertes chorros de vapor, géiseres y fuentes termales que los humanos han utilizado para una variedad de propósitos desde la antigüedad. Este tipo de depósitos son muy frecuentes en áreas donde hay mucha actividad volcánica.

Este tipo de energía es muy apreciada porque proviene de una fuente renovable, aunque existen problemas que podrían hacer que los depósitos desaparezcan. Por cierto, hay tres tipos diferentes de estos.

- **Secos:** no hay agua líquida, solo tanques de gas caliente y vapor.
- **Agua hirviendo:** Estos son los depósitos o las fuentes de acuíferos subterráneos calentados y comprimidos.
- **Geiseres:** Estos son embalses térmicos con niveles de presión tan altos que ocasionalmente lanzan grandes chorros de vapor o agua hirviendo a la superficie.

¿Cómo puede obtenerse la energía geotermia?

La tierra está compuesta por múltiples estratos o capas de roca desde el interior hasta el exterior de esta, los minerales, los gases y la roca fundida forman la masa sólida e incandescente que constituye su núcleo. Los arroyos de aguas profundas, los mantos y los acuíferos confinados se crean cuando el agua de lluvia se filtra a través de la corteza terrestre (Mands et al., 2010). Estos producen un depósito geotérmico formado por agua caliente y vapor al entrar en contacto con las altas temperaturas del subsuelo.

El principalmente de producción de este tipo de energía, consta de las siguientes actividades.

- **Perforación:** Se requiere encontrar y perforar el área adecuada para llegar a esa fuente subterránea de agua caliente. La profundidad de estas perforaciones, que normalmente oscila entre 10 y 15 centímetros de diámetro, y está determinada principalmente por las condiciones geológicas y físicas locales.
- **Extracción:** La introducción de sondas geotérmicas en forma de tubería viene a continuación. Estos transportan líquidos como agua o anticongelante, que se calientan al llegar a las partes más profundas y vuelven a subir, activando una bomba que realiza el intercambio de calor.
- **Producción:** Con la finalidad de convertir este tipo de energía en electricidad, debe instalarse una planta geotérmica que recoja el fluido natural (agua y vapor) y lo transforme en energía mecánica mediante una turbina, donde normalmente son separados el agua y el vapor.

Todo este proceso produce vapor, que es transportado por una compleja red de tuberías y puede ser utilizado posteriormente para producir energía térmica o eléctrica. El agua se puede utilizar de inmediato para las necesidades sanitarias o de calefacción de la casa. Después de su uso, fluye a través de un canal de regreso a la tierra. Gracias a la tecnología moderna, no se liberan gases a la atmósfera ya que el fluido circula continuamente a través de un circuito cerrado. El fluido regresa al suelo como agua después de enfriarse, donde una vez más absorbe calor.

Como ya se mencionó, la presión y la temperatura del agua debajo de la superficie de la tierra producen naturalmente energía geotérmica. Estos embalses albergan con frecuencia plantas de energía geotérmica, donde las instalaciones descargan agua o vapor y lo utilizan para generar electricidad o para extraer y redirigir el calor, y luego reinyectan agua a temperatura ambiente en el pozo para completar el ciclo (Cely Calixto, Carrillo Soto, et al., 2022).

También hay más formas de hacerlo usted mismo, como la calefacción con bombas geotérmicas, que permite usar gas o agua hirviendo del subsuelo para proporcionar calor a casas o edificios enteros (Gómez et al., 2008).

Beneficios de la energía geotérmica.

Estas son las principales ventajas de utilizar este tipo de energía.

- Es un tipo de energía natural: Debido a que se deriva del propio planeta, no hay riesgos tecnológicos o biológicos a tener en cuenta.
- Es económica: No depende de un mercado global de insumos que podría aumentar inesperadamente el costo de su servicio o requerir materias primas constantes.
- Es ambientalmente sostenible. En comparación con otras técnicas de generación de energía, como la quema de combustibles fósiles, no genera muchos desechos que se vierten en el medio ambiente ni hacen ruidos fuertes, y emite menos CO₂ y otros gases de efecto invernadero. Por otro lado, aprovecha extensiones modestas sin necesidad de embalsar ríos o talar bosques.
- Es confiable. Es esencialmente un suministro interminable de energía a escala humana.

Principales desventajas de este tipo de energía

También existen las siguientes desventajas de la energía geotérmica.

- **Influencia en el paisaje:** Con frecuencia, el turismo se ve afectado en cierta medida por los costos del paisaje asociados con la instalación de la planta.

- **Contaminación indirecta.** Cuando se extrae el agua subterránea, también puede contener contaminantes tóxicos que deben eliminarse adecuadamente después de que se evaporen.
- **Requiere de un contexto específico:** Este tipo de energía solo se puede utilizar bajo cierto contexto, es decir en las regiones volcánicas, la bomba de aire acondicionado geotérmica es una excepción.
- **Susceptibilidad a movimiento sísmicos:** A veces, el agua que se vuelve a inyectar en el pozo puede enfriar el magma, lo que puede provocar microsismos que destruyen permanentemente el yacimiento.

Razones para la implementación de la energía geotérmica

El calentamiento directo de edificios, el secado de insumos industriales o agrícolas e incluso la preparación de alimentos son posibles con este tipo de energía, debido a que es una fuente de calor inmediata (Barrientos Monsalve et al., 2020; Cárdenas Gutiérrez, Acevedo Peñaloza, et al., 2022).

Por el contrario, en las plantas geoelectricas, este calor se utiliza para hervir agua (o para utilizar vapor que se extrae directamente del pozo) para impulsar una serie de turbinas que, al igual que en las centrales nucleares o de combustibles fósiles, producen electricidad útil.

Algunos ejemplos de este tipo de energía son:

- The Geysers, en California, a 116 kilómetros de San Francisco, se cree que es el complejo más grande de su tipo en todo el mundo. Puede generar más de 950 MW de electricidad utilizando solo el 63 por ciento de su capacidad máxima utilizando el vapor producido por más de 350 géiseres activos.

Figura 24. The geysers



Fuente: (Calpine, 2022)

- Horno-Asador Timanfaya Para aprovechar la actividad volcánica de las Islas Canarias, utiliza el horno del restaurante artesano “El Diablo” en la isla de Lanzarote.

Figura 25. Horno asador Timanfaya



Fuente:(KaHe, 2004)

- Las fuentes más conocidas y letales de energía geotérmica en el mundo natural son los volcanes. Los volcanes son explosiones de material del subsuelo que descargan gases tóxicos, cenizas y lava a la atmósfera. Tienen mucha energía sin explotar.

Figura 26. Volcan bromo.



Fuente: www.freepik.es

La temperatura y el flujo de fluido térmico son los dos elementos principales que afectan el uso potencial y el crecimiento de la energía geotérmica, por lo tanto, según la temperatura este tipo de energías pueden catalogarse como:

Energía geotérmica de baja temperatura (temperaturas por debajo de los 100 grados centígrados).

- En procesos industriales y agrícolas, se utiliza para la recuperación de calor.
- También se incluyen los sistemas de calefacción y refrigeración urbana.
- Para producir agua caliente para uso en spas o en el hogar.

Energía geotérmica de media temperatura, esta se encuentra entre 100 y 150 °C.

- Está diseñado principalmente para aplicaciones térmicas en una variedad de industrias, incluidos los sectores residenciales, comercial y de servicios.
- También se utiliza en la producción de electricidad.

Energía geotérmica de alta temperatura, es decir que supera los 150 °C o más.

- Hace posible que el vapor de agua se convierta directamente en energía eléctrica.
- También se utilizará en sistemas de calefacción en el futuro.
- La calefacción geotérmica, la calefacción por suelo radiante, el agua caliente sanitaria y las bombas de calor geotérmicas son algunos ejemplos de cómo se aplica la energía geotérmica a los edificios de los hogares para proporcionar calefacción o refrigeración.

2.3.7 Energía hidroeléctrica

Uno de los primeros tipos de energía utilizados por los humanos fue el agua, que es necesario para mantener la higiene y producir alimentos. Esta permita desarrollar una de las formas más populares de energía renovable, la hidroelectricidad. Según el informe de 2019 de la Agencia Internacional de Energías Renovables. (IRENA), existen 1.172 GW de centrales hidroeléctricas en todo el mundo, o alrededor del 50 % de todas las fuentes de energía renovable(Algarin & Álvarez, 2018).

Figura 27. Central hidroeléctrica



Fuente: www.freepik.es

La fuente de energía renovable más antigua son las centrales hidroeléctricas, pero con el tiempo, la innovación continua ha mejorado su eficiencia. La tecnología actual permite la conversión de aproximadamente el 90% de la energía del agua en electricidad, lo que permite la producción de casi tres veces más electricidad a partir del agua que a partir de fuentes convencionales (el Mundo, 2017).

El bajo impacto ambiental y alta eficiencia son dos características de las mayores instalaciones de energías renovables del mundo, de las cuales las cinco primeras en términos de energía producida son alimentadas por agua. Como resultado, funcionan increíblemente bien (el Mundo, 2017).

El agua y la energía tienen más de 2000 años de historia juntas.

Este tipo de energía está estrechamente relacionada con la historia humana, a continuación se comparte una línea de tiempo de esta relación (En el GreenPower, 2022).

Los primeros engranajes hidráulicos (100 a. C.).

Ya un siglo antes de nuestra época, los engranajes de las ruedas hidráulicas impulsadas por los ríos hacían girar las ruedas de los molinos en Alejandría, Egipto. Las norias, es una pieza de tecnología sencilla pero útil que le permite aprovechar la energía del agua en movimiento y usarla para generar energía.

Una energía flexible del siglo XIX.

En el siglo IX, el hombre podía realizar una variedad de tareas gracias al poder del agua, incluido el curtido de cuero, la elaboración de cerveza, la molienda de azúcar y la fabricación de pigmentos para teñir.

La Edad Media fue la época del molino de agua.

Había dos tipos de molinos en uso durante la Edad Media. El primero es un “rodezo”, que es impulsado por una rueda hidráulica que se coloca horizontalmente, y el segundo es un “vitruvio”, que es impulsado por una rueda hidráulica que se coloca verticalmente.

La industria y el agua en 1771

Cromford Mill en Inglaterra fue quien desarrolló la primera hilandería industrial que utilizó energía hidráulica, lo que ayudó a la expansión del comercio y la producción dentro del Imperio Británico.

La turbina de Francis, 1848.

La energía cinética del agua en movimiento se convierte en energía mecánica, que luego se puede convertir en energía eléctrica, desde la rueda hidráulica hasta la turbina hidráulica, Jim B. Francis, un ingeniero licenciado de Inglaterra. Fue quién desarrolló la turbina más popular, la cual, lleva su nombre.

La dinamo se desarrolló alrededor de 1860.

Antonio Pacinotti inventó la dínamo, una máquina que transforma la energía mecánica en energía eléctrica de corriente continua. Sin embargo, no recibió una patente por su invención y, en 1869, Zénobe Gramme

registró un dispositivo en el que el anillo de Pacinotti era el componente estructural principal.

La revolución de Edison (1881).

Thomas Edison presenta The Edison System en la Exposición Internacional de Electricidad de París, un sistema para la producción central de energía eléctrica de corriente continua para iluminación.

1882 vio la construcción de la primera central hidroeléctrica.

Se construye la primera central hidroeléctrica en Appleton, Wisconsin (EE.UU.).

La Scala utilizó la energía del agua en 1883.

La primera central eléctrica en Europa continental que utiliza el “Sistema Edison” se abre en Milán por el ingeniero e industrial Giuseppe Colombo. La prueba de iluminación también incluye el Teatro La Scala, que anteriormente estaba iluminado con gas, con las molestias que esto generaba en los espacios cerrados.

Publicación de corriente alterna en 1888.

Galileo Ferraris demuestra por primera vez un motor y un generador de corriente alterna para uso industrial. Un sistema eléctrico más confiable, la corriente alterna minimiza las pérdidas de energía en largas distancias.

Roma es iluminada por agua en 1892.

La planta hidroeléctrica central Acquoria debuta en Tivoli, Italia. Tiene el beneficio de transportar la energía producida por la primera línea de corriente alterna de la historia. además de iluminar Roma, la eterna ciudad.

La turbina Kaplan (1913), una idea vanguardista.

La turbina que inspirada por el profesor austriaco Viktor Kaplan, es una turbina que puede manejar grandes cantidades de agua y maximizar incluso las diferencias de nivel más pequeñas, hasta un máximo de algunas decenas de metros.

El record estadounidense de 1936

La enorme Presa Hoover, situada en el río Colorado, es la central hidroeléctrica más grande del mundo y la central hidroeléctrica más grande de los Estados Unidos. Tiene una capacidad de producción de 1.345 MW que luego se incrementó a 2.080 MW. Varios años después, la presa Grand Coulee en el río Columbia supera la capacidad de la planta de energía anterior.

Italia la nación dominante del continente en 1951.

En este año, se terminó de construir, Belluno siendo esta la mayor central hidroeléctrica de toda Europa.

El turbo de 1962 entra al agua.

La energía hidroeléctrica representa poco más del 65% de toda la producción de energía.

La gran china, 2009.

En el río Yangtze en China, se ha termina la enorme presa de las Tres Gargantas. Puede producir 98,8 TWh al año y tiene una capacidad de 22,5 GW, lo que la convierte en la central eléctrica más grande del mundo.

La reina de las energías renovables de 2019

Alrededor del 90% de la producción mundial a partir de fuentes renovables se produce actualmente mediante energía hidroeléctrica, que representa el 17% de la capacidad instalada total a nivel global.

¿Cuál es el mecanismo del sistema hidroeléctrico?

Una central hidroeléctrica típica posee tres componentes fundamentales (Irusta, 2017):

1. Una central hidroeléctrica, siendo esta la encargada de producir la electricidad.
2. Una presa, la cual es la encargada de controlar la cantidad de agua que entra y sale.

3. Un embalse encargado de almacenar el agua necesaria para la producción de la electricidad.

Las aspas de la turbina comienzan a girar a medida que el agua de detrás de la presa empuja a través de una entrada, haciendo girar un generador y creando electricidad. La cantidad de agua que se libera en el sistema y circula determinará la cantidad de electricidad que se puede generar. Las líneas eléctricas de larga distancia pueden suministrar electricidad a residencias, fábricas y estructuras comerciales. Otros utilizan el flujo de un curso de agua sin represa para generar electricidad.

Figura 28. Funcionamiento de la energía hidroeléctrica.



Fuente: (En el GreenPower, 2022)

La energía hidroeléctrica tiene dos aliados directos e imprescindibles: agua y gravedad. La gravedad se utiliza para acelerar el agua y liberar toda su energía potencial en centrales hidroeléctricas de todas las variedades.

La fuerza potencial del agua debe estar contenida en un depósito, que normalmente se crea mediante una presa aguas arriba.

A través de una importante red de tuberías, el agua se dirige hacia las turbinas de la planta, que se encuentran aguas abajo. Una vez dentro de la planta, el agua hace girar las turbinas, que están conectadas mecánicamente a un alternador y generan electricidad a partir del aumento gradual de energía que provoca el desnivel de las tuberías. Luego, la electricidad viaja a través de un transformador, que baja la intensidad de la corriente y aumenta el voltaje para facilitar la descarga a la red.

¿Cuáles son las ventajas y desventajas de este tipo de energía?

Es importante conocer tanto los beneficios como los inconvenientes de la energía hidroeléctrica, aunque ofrece más ventajas que desventajas (Irusta, 2017). Los más notables se analizan a continuación:

Principales ventajas

- Es una energía renovable cuya fuente es esencialmente infinita.
- Es limpia y respetuosa con el medio ambiente porque es seguro y no produce residuos tóxicos.
- Su producción es flexible porque se basa en la demanda. Una de las principales distinciones entre los demás tipos de energía.
- Debido a que existen importantes reservas de agua, es estable y no depende de la lluvia para generar electricidad. Por ejemplo, la energía solar depende totalmente de las condiciones del cielo.
- Tiene un precio razonable. La construcción de la central hidroeléctrica es el componente más costoso. Cuando se trata de la fuente de energía, es perpetua y no se ve afectada por los cambios en el mercado.

Principales desventajas

- Al construir centrales hidroeléctricas y provocar cambios en el ecosistema, puede tener un impacto negativo en el medio ambiente.
- Las temporadas con muchas sequías pueden ser problemáticas.
- Encontrar la ubicación ideal para maximizar esta energía renovable es un desafío.
- Una planta hidroeléctrica cuesta mucho dinero para construir.

2.3.8 Energía mareomotriz

Con la ayuda de la atracción gravitacional del Sol y la Luna, el sistema de energía de las mareas, también conocido como energía oceánica, utiliza el movimiento de las moléculas de agua del océano para generar electricidad. Este movimiento incluye tanto el desplazamiento vertical (mareas) como el desplazamiento horizontal (corriente de marea) (Volman de Tanis, 1977).

Estas cualidades describen la energía de las mareas:

Se puede utilizar para utilizar los recursos naturales del océano de forma indefinida obteniendo energía renovable.

- El movimiento horizontal de las corrientes marinas, las irregularidades en las mareas y los flujos y reflujos de las mareas ayudan a producir electricidad.
- Sólo en las regiones costeras (calas, bahías, etc.) se pueden cumplir ciertas condiciones topográficas y marítimas para su uso.
- Para producir electricidad, se requieren muchos cambios de marea.
- Aunque la construcción de plantas de energía mareomotriz cuesta mucho, tienen operaciones silenciosas y bajos costos de mantenimiento.

La primera central mareomotriz del mundo, conocida como Rance Tidal, está situada en Francia, en el estuario del río Rance (Saint Malo). Fue construido en 1966, todavía está en uso, es uno de los más grandes del mundo y proporciona suficiente energía renovable a más de 100.000 personas (Antolín, 2008).

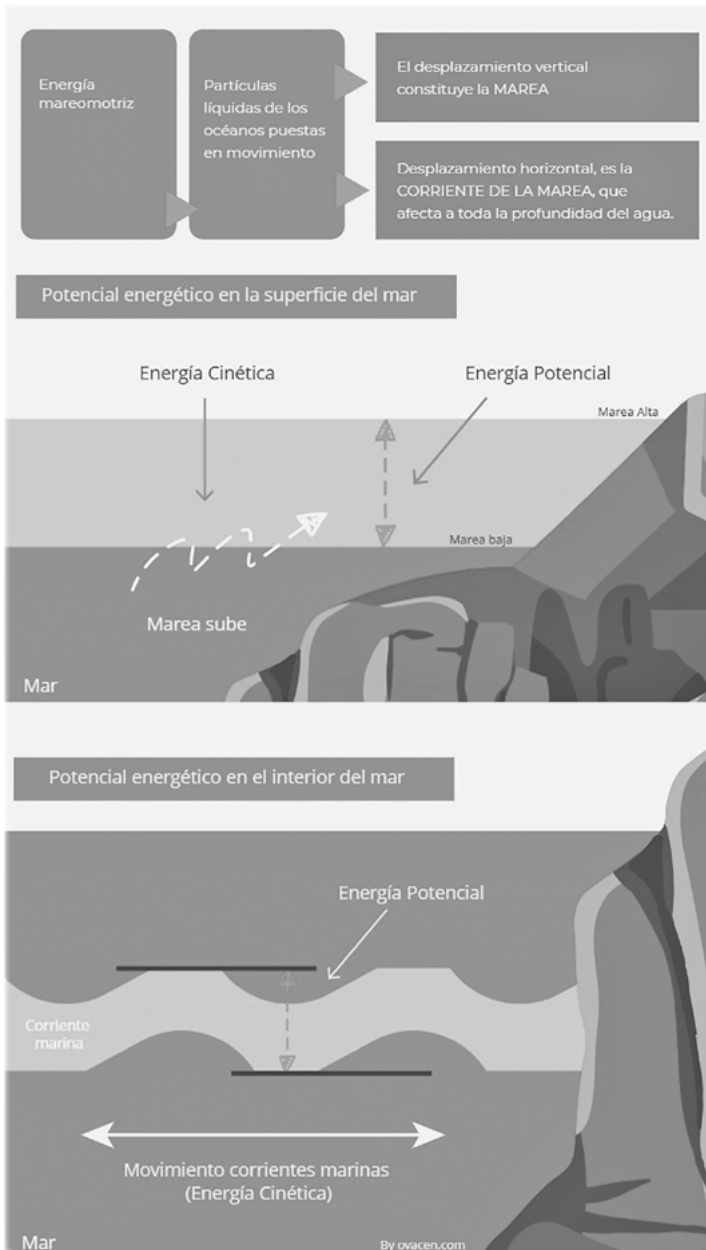
La energía mareomotriz, que es producida por la marea y sus corrientes, no debe confundirse con la energía undimotriz, que es producida por el movimiento de las olas.

¿Cómo se puede generar energía a partir de las mareas?

Se pueden utilizar diversas tecnologías para extraer energía del agua de mar. Las plantas de energía mareomotriz se utilizan para generar electricidad en el campo de marea. Estos sistemas aprovechan la energía cinética que las mareas (océano y agua de mar) generan como resultado

de su constante desplazamiento vertical (suben y bajan) y horizontal (corrientes). Estos desplazamientos son causados por la atracción gravitacional del Sol y la Luna.

Figura 29. Energía mareomotriz.



Fuente: (Ovacen, 2022)

En la superficie del océano y del mar, las mareas se crean y se pueden ver. Las mareas son en realidad corrientes marinas que fluyen a través del agua. Existen diferentes tecnologías para lograr esto; algunos dependen de fuerzas externas, mientras que otros operan bajo el agua.

Centrales de energía mareomotriz

Se utilizan tres tipos diferentes de plantas de energía mareomotriz para generar electricidad a partir de la energía de las mareas:

- **Presas de mareas:** La energía potencial presente entre la diferencia en el nivel del agua que ocurre entre la marea alta y la marea baja es capturada por tecnologías de rango de mareas, también conocidas como “presas de mareas”. Para almacenar agua para su uso durante la marea alta, se construyen grandes diques o embalses llamados presas de marea.

Figura 30. Presa de Marea.



Fuente: (Ovacen, 2022)

Posteriormente, cuando la marea está baja (Bajamar), el desnivel se aprovecha para abrir las compuertas del embalse y dirigir el agua a través de turbinas hacia los alternadores, que arrancan los generadores de energía. Debe haber una diferencia de más de 5 m entre la marea alta y la baja para que todo funcione correctamente.

- Generadores de corriente de mareas: Estas estructuras, conocidas como Generadores de Corriente de Marea (TSG), son muy similares a los parques eólicos, pero se encuentran bajo el agua. Una turbina se puede colocar vertical, horizontal o dentro de conductos sellados, el movimiento de las corrientes del océano se utiliza como energía cinética. Las turbinas, que funcionan como enormes torniquetes y están sumergidas, son accionadas por el generador de corriente marina, que atrae el agua que se mueve por el mar.

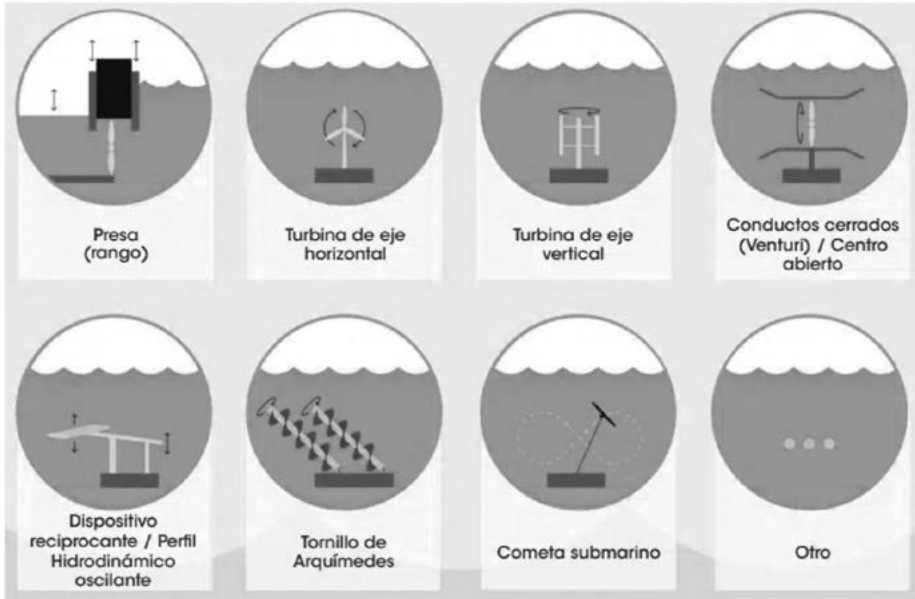
Figura 31. Generadores de corriente de marea.



Fuente: (Ovacen, 2022)

- Tecnologías híbridas: Este tipo de centrales mareomotrices combinan la tecnología de amplitud con la de corrientes oceánicas o mareomotriz, que podría pensarse como una combinación de las dos anteriores. No existe ningún tipo de instalación particular en sí mismo.

Figura 32. Sistemas híbridos.



Fuente: (Ovacen, 2022)

Las principales ventajas de este tipo de energía son:

- Al aprovechar el poder de los constantes cambios de marea del recurso natural, es una fuente de energía renovable e ilimitada.
- Debido a que no libera gases de efecto invernadero a la atmósfera, por lo tanto, el cambio climático no se ve afectado por esta fuente de energía limpia.
- Las instalaciones allí son silenciosas.
- No generan contaminación acústica porque sus instalaciones son silenciosas.
- Es posible pronosticar cuánta energía se generará porque se conocen los tiempos de marea alta y marea baja.
- Las instalaciones duran muchos años y son fáciles de mantener.

Las principales desventajas de este tipo de energía son:

- Las plantas de energía mareomotriz tienen el potencial de tener un efecto adverso sobre la flora y fauna marina en la zona costera.
- Para optimizar el sistema, es una tecnología que aún requiere un mayor avance tecnológico.
- Se requiere una brecha de marea de 5 metros para una producción de electricidad confiable.
- Es una fuente de energía que produce energía con poca frecuencia porque depende de la subida y bajada de las mareas.
- Por las circunstancias, la noche es cuando más energía se produce y la mayor parte de la población consume menos energía.
- La construcción de la planta de energía mareomotriz requiere una importante inversión financiera.

3. Las energías renovables en Latinoamérica y Colombia

Para que el medio ambiente sea sostenible, el acceso a la energía renovable es crucial porque promueve la creación de una sociedad más inclusiva y equitativa más temprano que tarde y que esta salvaguarde la vida humana a largo plazo. Es así como las fuentes de energía renovables son fundamentales para las estrategias nacionales de desarrollo. Varis países de América Latina han decidido incorporar energías renovables a sus redes eléctricas porque la mayoría de estos países disponen del contexto natural necesario para desarrollar este tipo de proyectos (Delgado Torres, 2021).

El tema de la disponibilidad de energía eléctrica en zonas remotas puede resolverse rápidamente, si este tipo de energías son utilizadas con mayor frecuencia. Un claro ejemplo de esto, es la energía solar, la cual es una gran opción para satisfacer la demanda en lugares remotos, como las comunidades que se encuentran lejos de los centros poblados. El uso de energías renovables también aumenta la seguridad energética de un país al diversificar sus fuentes energéticas y evitar un aumento en la adquisición de combustibles del exterior.

Países como México han optado por incorporar la generación de energía eólica a sus redes eléctricas como forma de integración de las energías renovables. Por sus características ambientales, así como la presencia de vientos muy fuertes con velocidades promedio anuales que fluctúan entre 20 y 25 m/s, se promociona como una de las regiones del mundo con un gran potencial para producir energía este tipo de energía (Bermúdez Giraldo, 2014).

México construyó el parque eólico de Oaxaca, siendo este considerado el parque eólico de mayor tamaño en América Latina, para aprovechar el potencial de la energía eólica. El Complejo Eólico de Oaxaca, que involucra tanto al sector público como al privado, es uno de los proyectos de energía eólica más grandes del mundo (Vega & Santiago, 2016).

Al igual que Argentina, que depende en gran medida de los hidrocarburos, que son escasos y tienen un efecto adverso sobre la naturaleza al ser altamente contaminantes, Argentina implemento dentro de su complejo energético la inclusión de energías más limpias con proyectos de esta tipología. Por lo anterior, Argentina está comenzando a aprovechar el enorme potencial de la región patagónica para producir energía a partir del viento. A partir de 2013, se habían construido 17 parques eólicos, que representan menos del 1% de la matriz energética general del país, que depende en gran medida de los combustibles fósiles (Clementi, 2014).

Adicionalmente, Itaipu, la hidroeléctrica más grande de América Latina y la segunda hidroeléctrica más grande del mundo la cual posee una capacidad máxima instalada de 14.000 MW, está situada entre Paraguay y Brasil (Mourón) (Nickson, 1982). Brasil posee múltiples recursos naturales, de los cuales puede provechar enormemente, como el potencial de la energía solar gracias a su gran superficie y alta radiación solar, siendo el principal problema los conflictos políticos y los altos costos quienes han impedido la explotación del recurso.

Figura 33. Hidroeléctrica de Itaipu.



Fuente: <https://www.pv-magazine-latam.com/2022/07/18/la-represa-paraguayo-brasilena-de-itaipu-quiene-tener-en-su-embalse-paneles-solares-flotantes/>

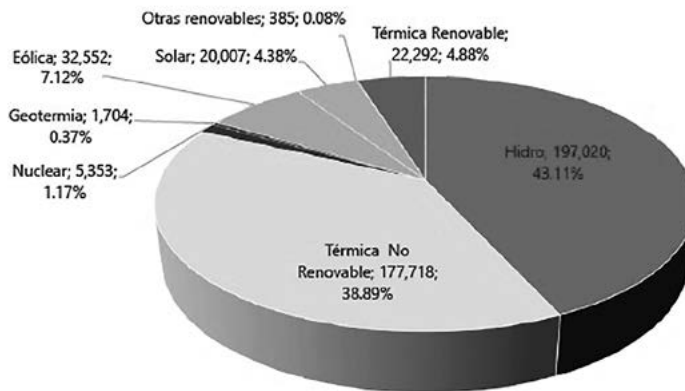
En cuanto a la energía eólica, en Brasil hubo la generación de 103 proyectos de energía eólica, 73 plantas instaladas y 26 más en construcción o

planificadas al 2013. La importancia de los proyectos de energía renovable ha crecido en América Latina como resultado de problemas energéticos como el crecimiento de la población, así como una enorme dependencia de combustibles fósiles y los efectos vistos en el cambio climático. Proyectos de inversión en energías renovables se han desarrollado en numerosas naciones para abordar este tema debido a que la región cuenta con recursos naturales que la convierten en un lugar ideal para llevar a cabo proyectos de inversión, en particular los relacionados con plantas hidroeléctricas (Cortés & Londoño, 2017).

La energía hidroeléctrica es una de las fuentes energéticas en las que más se puede confiar, ya que su garantía de estabilidad de precios y suministro de energía constante la convierte en una de las más confiables. Esto se debe en parte a la presencia del agua en cascadas, ríos y represas, donde se pueden almacenar grandes cantidades.

Debido a que utilizan un recurso con un alto potencial de generación, el agua, las centrales hidroeléctricas también son una fuente de energía renovable. En ellas se han desarrollado proyectos por la abundancia de estos recursos y el contexto natural del que disponen múltiples países en América, dado que las centrales hidroeléctricas son el elemento de la matriz energética de los países con mayor participación, como se muestra en la Figura, donde se pueden observar la capacidad eléctrica instalada en América Latina y el Caribe.

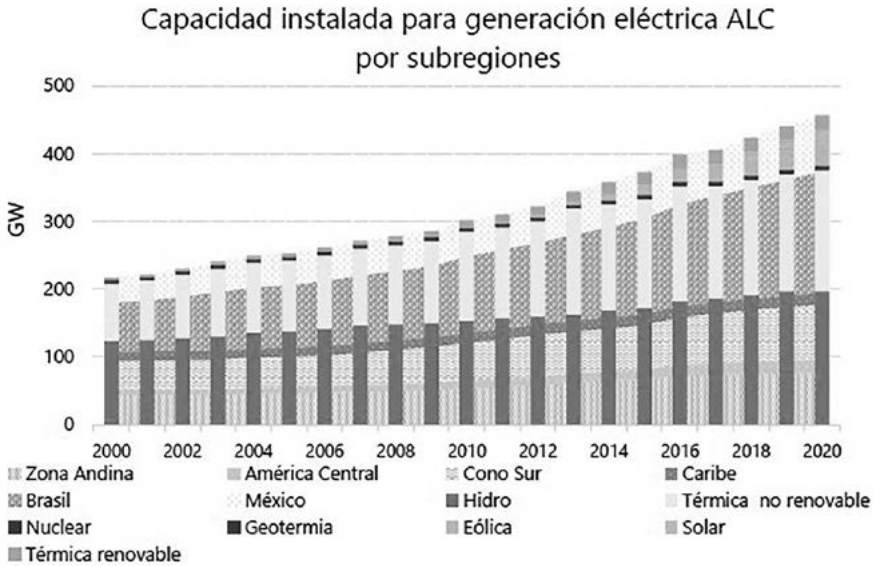
Figura 34. Capacidad energética instalada en Latinoamérica en el 2020.



Fuente: (Cortés & Londoño, 2017; OLADE, 2022)

Así mismo, en la siguiente figura se logra apreciar la capacidad instalada de energía por regiones.

Figura 35. Capacidad energética instalada según la región.



Fuente: (OLADE, 2022)

América Latina posee un enorme potencial para el uso de energías renovables, lo que representa un enorme desafío para las organizaciones gubernamentales. Si bien las barreras políticas, financieras y técnicas restringen el progreso, la disponibilidad de recursos naturales crea oportunidades. Donde, los primeros desafíos técnicos son la irregularidad y disponibilidad de su captura, la distancia entre producción y consumo, y las dificultades asociadas a su almacenamiento.

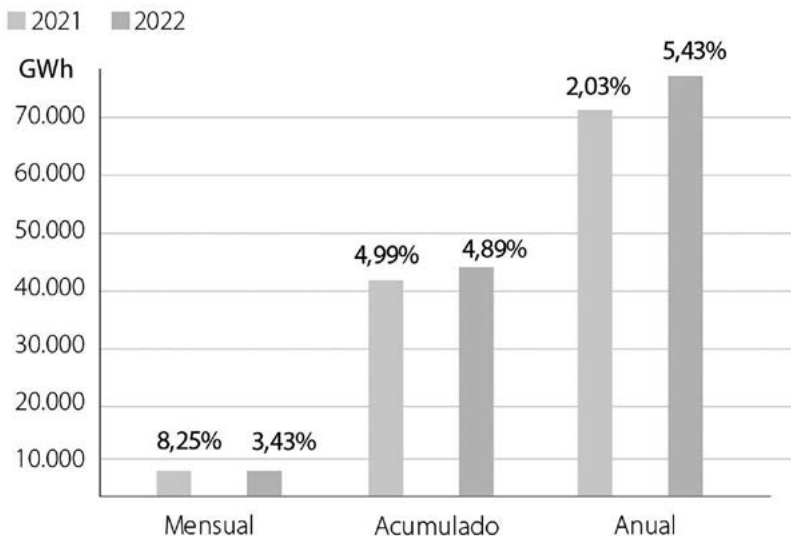
Debido a que la adopción de nuevas tecnologías es costosa y no hay suficientes recursos para la innovación, surgen barreras financieras para el desarrollo de estos proyectos, donde, los marcos legales y regulatorios que pretenden incentivar la inversión en energías renovables encuentran barreras políticas. Por lo tanto, para diversificar los recursos de generación, los países de la región están interesados en incluir fuentes de energía

renovables en sus matrices energéticas. Esto beneficiará a los lugareños al aumentar el suministro de energía, a las comunidades conectadas al proporcionar la energía necesaria y al medio ambiente al preservarlo y reducir la contaminación de la producción de energía basada en combustibles fósiles.

La energía es, sin duda, un factor clave en el desarrollo de los procesos productivos, el progreso social nacional y el avance tecnológico global. Es por esta razón, que los proyectos de generación del sistema eléctrico colombiano benefician a la población que carece de estos servicios, como las zonas rurales del país, al mismo tiempo que promueven el desarrollo sostenible y aprovechan un cúmulo de ventajas geográficas.

La demanda de energía aumentó en Colombia creció a 6.565 GWh/mes en julio de 2022. Según XM, miembro del Grupo ISA, el aumento se estimó en 3.43 % por ciento en julio de 2021 en comparación con el consumo nacional (la Republica, 2022).

Figura 36. Demanda energética en Colombia durante los años 2021 y 2022.

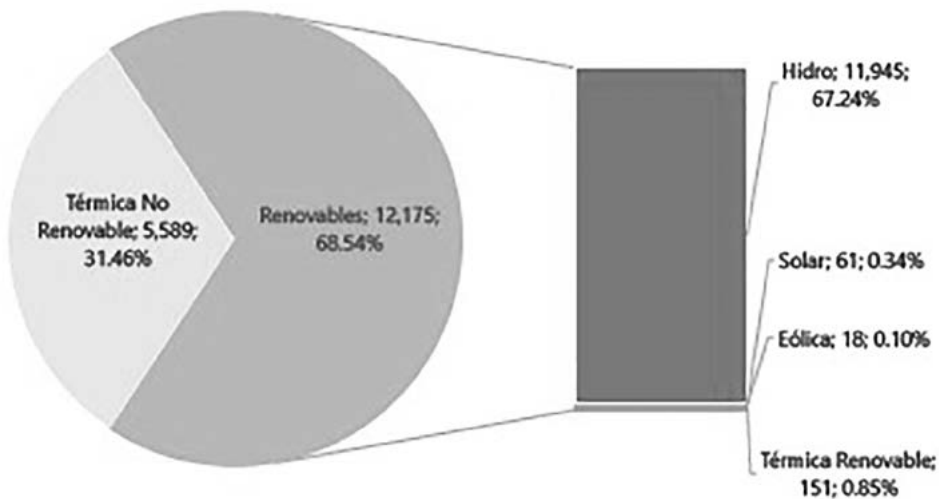


Fuente:(la Republica, 2022)

Algunos países latinoamericanos, como se mencionó anteriormente, han estado trabajando en proyectos de generación de energía renovable debido a los avances en la tecnología, así como el mínimo impacto ambiental que poseen. Esto permite cubrir las necesidades energéticas y disminuye los índices de contaminación mientras alimenta el sistema eléctrico.

América Latina puede sustentar la red eléctrica más verde del mundo porque la generación hidroeléctrica predomina en los países de la región. Colombia, en particular, tiene una capacidad instalada de alrededor de 17.000 MW en el 2020, de los cuales el 67,24 por ciento es generado por centrales hidroeléctricas, el 0,34% es generado por energía solar, el 0,10% por energía eólica y el 0,85% por energía térmica renovable. Esta capacidad instalada de generación eléctrica se puede observar en la siguiente figura.

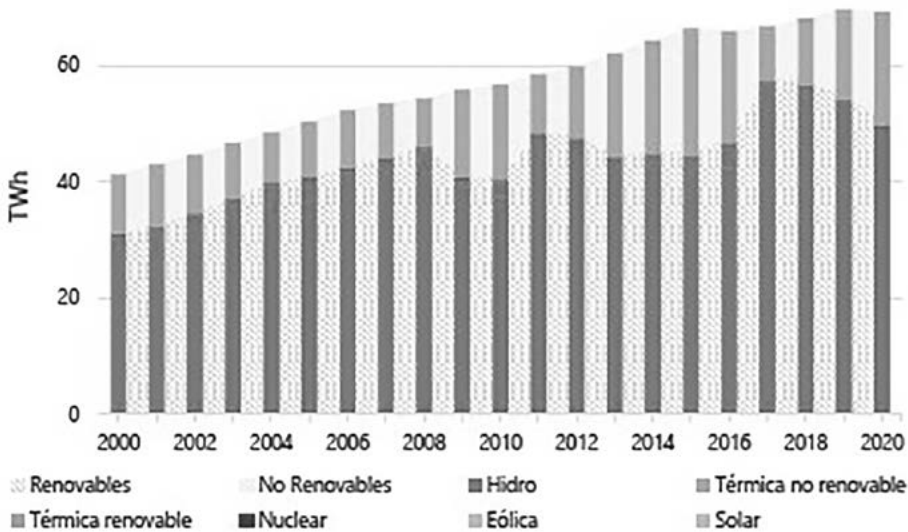
Figura 37. Capacidad instalada de generación eléctrica en Colombia



Fuente: (OLADE, 2022)

La industria hidroeléctrica en Colombia, que generó cerca de 50 TWh en 2020, es la principal fuente de energía del sistema, mientras que la energía térmica no renovable ocupó el segundo lugar con una producción de aproximadamente 20 TWh, tal como puede observarse en la siguiente figura.

Figura 38. Producción de energía según el tipo en Colombia.



Fuente: (OLADE, 2022)

Debido a que el sistema eléctrico depende tanto de los recursos hídricos, la nación enfrenta dificultades cuando ocurren sequías inducidas por El Niño, el sistema peligra porque la demanda es trasladada a las centrales térmicas. Como resultado, el sistema eléctrico colombiano es muy vulnerable al cambio climático y necesita diversificar su matriz energética mediante el uso de energías renovables y otros proyectos de inversión que se beneficien de la variedad de recursos naturales locales disponibles.

Una de las principales iniciativas es la central hidroeléctrica Ituango, que está ubicada en el departamento de Antioquia, ocupa terrenos en los municipios de Briceo, Ituango y Toledo y se prevé que produzca 2.400 MW de energía.

También está el Parque Eólico Jepirachi en Colombia, que está cerca del Cabo de La Vela en la región de La Guajira. Este parque fue construido por Empresas Públicas de Medellín (EPM) y abrió sus puertas en abril de 2004. El cual proporcionó durante su primer año de operación, cerca de 70,4 GWh a la red con una tasa de disponibilidad del 96%.

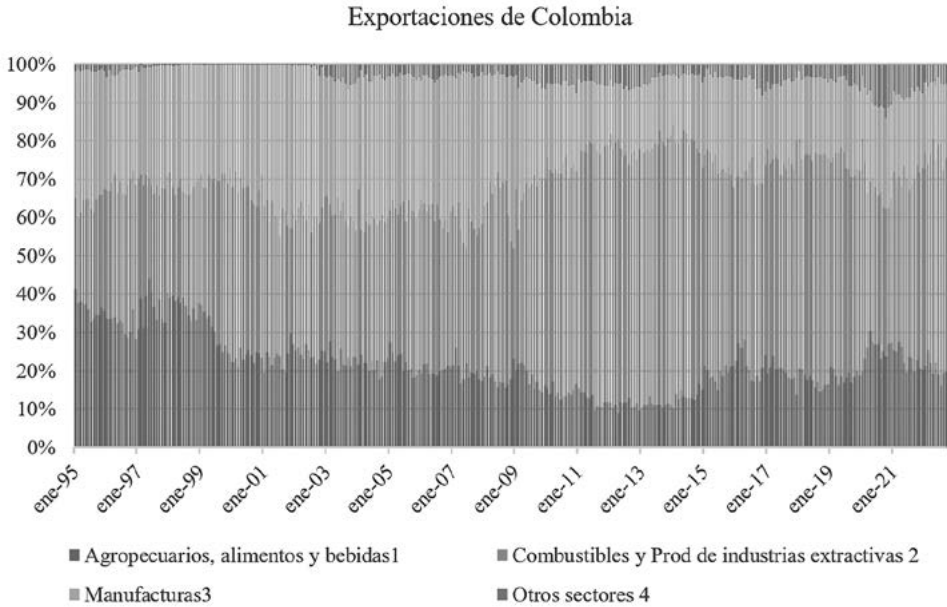
Empresas como Celsia apostaron por la generación solar con el desarrollo del parque solar Yum-bo, el cual entró en operación en el año 2017, siendo esta la primera granja solar del país, la cual tiene una capacidad instalada de 9.8MW y generará alrededor de 16.5 GWh al año, energía suficiente para el consumo de 8 mil hogares colombianos.

De tal forma, como se ha visto anteriormente, Colombia puede diversificar su combinación energética, mejorando la calidad de vida de sus ciudadanos al tiempo que reduce los niveles de contaminación, suministra energía a áreas remotas y asegura el suministro de energía, ya que la energía es crucial para la economía del país. Colombia posee un territorio con una gran variedad de recursos energéticos, lo que lo convierte en un área ventajosa para la investigación de energías renovables.

La generación eléctrica doméstica está destinada a ser el motor económico del país porque depende de la productividad. A medida que aumenta la producción, también lo hace el consumo de energía porque su relación es directamente proporcional. Brasil, Ecuador, Paraguay y Colombia tienen los coeficientes de consumo de energía más bajos de la región; estos países también exhiben una menor sensibilidad en comparación con otros factores de producción (Cortés & Londoño, 2017).

Adicionalmente, debido a que sus exportaciones son la principal fuente de ingresos de Colombia, el sector minero-energético es fundamental para la economía del país. ingresos de la nación. Para las exportaciones tradicionales de Colombia, que incluyen el comercio de bienes como café, carbón, ferróníquel, petróleo y sus derivados, se deben producir materias primas, especialmente en los sectores minero y energético. En la siguiente figura se puede observar el comportamiento de las exportaciones de Colombia desde la década de los 90s.

Figura 39. Porcentaje de exportaciones según el tipo en Colombia.



Fuente: (DANE, 2022)

Del cual se puede observar que la estructura de exportación de Colombia demuestra la fuerte dependencia de la nación en la explotación minera y energética al poner un gran énfasis en sus sectores de exportación más tradicionales.

La industria minera en Colombia es una de las más significativas por su aporte al ingreso nacional. Esto es un inconveniente porque la economía es susceptible a los cambios que se desarrollen dentro sector minero-energético y se ve afectada por las crisis energéticas. Los pocos avances tecnológicos y el valor agregado de estos productos, que constituyen la mayoría de las exportaciones del país, ayudan a explicar esto en parte. Los desafíos incluyen la alta dependencia de la extracción de materiales minero-energéticos y los efectos ambientales negativos significativos de la explotación de recursos.

Sin embargo, teniendo en cuenta que una nación como Colombia se ve favorecida por sus recursos naturales, que permiten incorporar energías alternativas como la solar y la eólica, el gobierno ha apoyado iniciativas

para incentivar el desarrollo de proyectos de energía limpia. Gracias a la Ley 1715 de 2014, los proyectos que generan energía renovable ahora pagan menos impuestos (Ley 1715, 2014). Este programa reduce los costos de inversión inicial de los proyectos de generación de energía, que ahorran dinero en el tiempo, respetan el medio ambiente, no dependen de combustibles fósiles, mejoran la calidad de la red eléctrica y fortalecen la matriz energética.

3.1 Estado del arte de las energías renovables en nuestro país

Como se mencionó anteriormente la generación de energía eléctrica depende en gran medida del aprovechamiento de la energía hidráulica producida en los embalses. Como resultado, el país pasa a depender mucho de esta energía, lo cual es imprudente dado que es un recurso que se ve directamente afectado por el cambio climático.

En las naciones que utilizan fuentes de energía renovables, solo el 20% de los requerimientos energéticos del país pueden ser satisfechos con energía eólica. Ya que se encuentra entre las energías renovables con menores necesidades de inversión y una de las que es promovida activamente por las organizaciones dedicadas a ayudar a las empresas con proyectos de energías renovables en sus operaciones.

Los proyectos que se enumeran a continuación, cada uno concentrado en una sola tipología específica de energía renovable, fueron realizados en Colombia por varias empresas que tomaron la decisión de ingresar a este mercado.

3.1.1 Centrales hidroeléctricas

Bajo EPM operan alrededor de 20 centrales hidroeléctricas, y se encuentran dispersas en el departamento de Antioquia (EPM, 2022). Estas se dividen según la categoría siguientes categorías:

Minicentrales de generación

- Minicentral Dolores: ubicada a 15 km de la cabecera de angostura en la vereda dolores, esta mini central aprovecha una caída de

aproximadamente 100 m y un caudal de $10,5 \text{ m}^3$ por segundo para generar cerca de 8.3 MW por medio de una turbina tipo francis, esta mini central entró en operación desde el año 1999.

- Minicentral Pajarito: ubicada a 10 km del municipio de angostura coma por el margen derecho de la vía Medellín Cartagena esta mini central aprovecha una caída de 124 m y 4.7 m^3 por segundo para lograr generar 4.9 mega watts de energía a través de su turbina tipo francis, esta mini central también entró en operación en el año 1999.
- La vuelta: hola esta central ubicada a 160 km de Medellín le permite generar energía a través de una turbina tipo francis que aprovecha una caída de 113 m y un caudal aproximado de 12 m^3 por segundo, para generar una cantidad de 11.8 mega watts, esta central entró en operación en el 2004.
- La herradura: hola ubicada a 142 km de Medellín, esta central se encuentra en el municipio de frontino y posee 2 turbinas tipo francis que le permiten aprovechar una caída de 230 m y un caudal de 5 m^3 por segundo para generar aproximadamente 19.8 mega watts, esta central entró en operación en el año 2004.
- Niquía: esta central se encuentra ubicada en el municipio de bello tiene una capacidad neta de 19 mega watts pero se espera en que en un futuro pueda desarrollar 57 mega watts por medio del aprovechamiento de una caída de 420 m y un caudal de 6.10 m^3 sobre segundo. Entró en operación en el año 1993.
- Riogrande I. Ubicada a 54 km de Medellín se encuentra esta central que permite generar 25 mega watts en cada una de las unidades que dispone en el año 1951, dicha capacidad se amplió a 75 mega watts en el año 1956.
- Caracolí: está se encuentra en el municipio de caracolí a 145 km de Medellín posee 2 generadoras de 2 mp a para una capacidad total de 2.6 mega watts punto esta planta utiliza la energía de 85 m de altura y un caudal aproximado de 2.5 m^3 por segundo
- Sonsón I y II: estas centrales se encuentran al 110 km de Medellín y juntas suman una capacidad total de 1 10 mega watts, aprovechando un salto de 520 m de altura y un caudal de 2 m^3 por segundo

- Río abajo: esta central se encuentra a 45 km de Medellín y posee una capacidad total de 0.9 mega watts por medio de la prov hecha miento de una caída de casi 100 m y un caudal de 2 m^3 por segundo
- Tamesis: esta central se encuentra a 100 km de Medellín y posee una capacidad total de 1.2 mega watts mediante el aprovechamiento de un salto mayor a 150 m y un caudal de 1.5 m^3 por segundo.

Centrales de generación

- Guatapé: esta central tiene una capacidad de 560 mega watts que aprovechan una diferencia de altura de 810 m, utilizando el embalse el peñol Guatapé el cual es el de mayor regulación del país con una capacidad de almacenamiento de más de 1070 millones de metros cúbicos.
- Playas: esta central se encuentra a 160 km de Medellín posee una potencia total de 204 mega watts aprovechando una caída de 176 m y un caudal aproximado de 42 m^3 por segundo.
- La tasajera: Esta central se encuentra en el municipio de Barbosa y aporta aproximadamente 306 mega watts por medio del aprovechamiento de una caída de casi 1 km y un caudal de 13.25 m^3 por segundo.
- Troneras: esta central se encuentra en el municipio de carolina del príncipe y tiene una capacidad total de 40 mega watts, entró en operación Por Primera Vez en el año 1964.
- Guadalupe III: se encuentra ubicada después de la central las troneras, y posee una capacidad total de 270 mega watts su primer año de operación fue en el año 1962.
- Guadalupe IV: esta central se encuentra a 120 km de Medellín y posee una capacidad de hasta 216 mega watts la cual aprovecha una caída de 420 m y un caudal aproximado de 23.5 m^3 por segundo, su primer año de operación fue en el año 1985.
- Porce II: esta central se encuentra a 120 km de Medellín y tiene una capacidad total de 405 mega watts los cuales aprovechan una caída de 240 m con un caudal promedio de 114 m^3 por segundo.

- Porce III: ubicada a 147 km de Medellín esta central tiene una capacidad de 660 megavatios en cuatro unidades

Así mismo, existen aproximadamente, 8 centrales hidroeléctricas más, las cuales se encuentran distribuidas en los departamentos de Córdoba, caldas, Santander, Cundinamarca, Boyacá, Tolima, Valle del cauca, Cauca y el huila (la Republica, 2019).

3.1.2 Parques solares

Celsia solar Yumbo

Este es conocido como el primer parque solar de tamaño considerable del país que genera energía eléctrica y está vinculado al Sistema de Interconexión Nacional (SIN). Este proyecto está ubicado en el departamento del Valle del Cauca de Colombia y está a cargo de Epsa (Empresa de Energía del Pacífico).

Figura 40. Parque solar Jumbo.



Fuente: celsia.com/en/noticias/con-celsia-solar-yumbo-colombia-cumple-un-ano-generando-energia-renovable-a-gran-escala/

Este proyecto es pionero en el uso de energía solar fotovoltaica en el país y ofrece a los inversionistas una ventana al potencial de una entrada altamente competitiva en el mercado de energía renovable del país.

3.1.3 Parques eólicos

El parque eólico Jeprachi.

El Parque Eólico Jeprachi, fue el primer proyecto de energía eólica del país y uno de los primeros mundos, comenzó a operar en 2004. Este proyecto demuestra que el tema de las energías verdes, no es reciente en el país y que las empresas interesadas en este tipo de energía existen desde hace más de un siglo, con avances en los estudios de factibilidad de los proyectos hasta su ejecución, lo que sentó las bases para las empresas que actualmente optan por utilizar energías renovables de fuentes no convencionales.

Figura 41. Parque eólico Jeparachi.



Fuente: (Portafolio, 2017)

La energía eólica que se puede producir en La Guajira es de alrededor de 5.000 a 6.000 megavatios, y la zona permite el movimiento de los equipos necesarios para su instalación y producción. Evidencia que respalda la idea de que esta es potencialmente la fuente de energía renovable más importante para el país.

3.2 Marco regulatorio de energías renovables en Colombia

Ley 1715 de 2014, que rige la integración de las energías renovables no convencional en el sistema energético de la nación y tiene como objetivo promover la inversión, la investigación y el desarrollo de la “energía limpia” supuestamente, fue aprobada por el gobierno nacional de Colombia. Los bienes y servicios del medio ambiente (ER) son aquellos que no son ampliamente utilizados, negociados o producidos en la nación. Además de los considerados por el UPME, esta definición de energía renovable también abarca pequeños parques hidroeléctricos, biomasa, de marea, solar y eólica.

Uno de los principales logros de esta ley es que permite que los auto generadoras de energía pequeños y grandes de la energía, que usan fuentes no convencionales, entregan el exceso de energía que producen a la red de distribución y/o transporte, que puede negociarse de acuerdo con Los estándares sugeridos por el Creg. Estas regulaciones deben cumplir con las pautas descritas en las leyes 142 y 143 de 1994, así como las establecidas por el Ministerio de Minas y Energía.

Según el Congreso Colombiano (2014), uno de los principales componentes de la ley es los incentivos para invertir en proyectos de energías renovables. Estos incentivos incluyen:

- a) incentivos para la generación con descuentos del 50% de la inversión realizada, deducible en el estado de resultados durante cinco años consecutivos.
- b) Incentivos fiscales que eximen las inversiones en maquinaria, equipos, elementos y servicios para pagar el IVA.

- c) Incentivos arancelarios que protegen la maquinaria importada utilizada en proyectos de inversión de energía renovable de los aranceles pagados.
- d) Incentivos contables para garantizar que la tasa anual global de depreciación de activos no exceda el 20%.

En las últimas décadas, la cantidad de energía producida a escala global ha aumentado, mientras que las contribuciones de energía nuclear, gas natural y fuentes de energía renovable han aumentado notablemente con respecto a la implementación de energías convencionales. El desarrollo de energías renovables se justifica por su capacidad de reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero, mitigar el cambio climático, crear empleos y avanzar tecnológicamente.

La independencia de esta forma de energía de los combustibles fósiles, que son escasos, se están agotando y tomaría millones de años para reponerse completamente, también es crucial.

Es de destacar que las industrias de generación y distribución de electricidad han actualizado sus modelos comerciales e infraestructuras de red como resultado del rápido crecimiento que las energías renovables ha experimentado a nivel mundial, y también están comprando productos relacionados al mismo tiempo que están invirtiendo menos en combustibles fósiles.

En las naciones en desarrollo, el establecimiento de políticas y objetivos para fuentes de energía renovable está vinculado a la reducción de las emisiones y la dependencia del suministro externo. Para que las fuentes de energía renovables sean más ampliamente adoptadas, América Latina debe coordinar sus esfuerzos.

Las organizaciones gubernamentales deben dar la máxima prioridad para garantizar que todas las políticas y planes para aumentar el uso de fuentes de energía renovables presentadas en un plan de desarrollo puedan implementarse de una manera que garantice su sostenibilidad. tiempo extraordinario. La comunidad y el sector empresarial deben participar activamente desde el inicio de los proyectos hasta su finalización para lograr este objetivo.

La presencia del Estado es necesaria para garantizar que los inversionistas tengan control sobre los temas sociales, las condiciones de seguridad y la informalidad en las áreas del proyecto, particularmente en las áreas no interconectadas. Adicionalmente, se debe crear un marco regulatorio que establezca los mecanismos de apoyo para el financiamiento de energías no convencionales, así como las especificaciones para su instalación, desarrollo y conexión a la red de transmisión.

Bibliografía

- Algarin, C. R., & Álvarez, O. R. (2018). Un panorama de las energías renovables en el Mundo, Latinoamérica y Colombia. *Espacios*, 39(10).
- Anguita, F. (1995). Evolución de la tectónica de placas: el nuevo interior de la tierra, *La Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 3(3), 137–148.
- Antolín, J. M. M. (2008). LA CENTRAL MAREOMOTRIZ DEL RANCE. *Dyna-Ingeniería e Industria*, 83(9).
- Ávila, N. A., & Gómez, V. T. (2014). Energías renovables: una propuesta para su enseñanza. *Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol*, 8(3), 487.
- Barrientos Monsalve, E. J., Cárdenas-Gutiérrez, JA., & Cely Calixto, N. J. (2020). *Bases para el Diseño Estructural*. Ecoe Ediciones.
- BERGER, A., & ANDJELIĆ, T. P. (1988). Milutin Milankovitch, père de la théorie astronomique des paléoclimats. *Histoire & Mesure*, 385–402.
- Bermúdez Giraldo, G. A. (2014). *Análisis de mecanismos de financiación y estímulo para las energías renovables en Latinoamérica (Argentina, Chile, Brasil, Colombia y México)*.
- Bonilla-Granados, C. A., Cely-Calixto, N. J., & Soto, G. A. C. (2021). Hydraulic optimization of the physical parameters of a drinking water distribution system. *Journal of Physics: Conference Series*, 2139(1), 012013.
- Bruni, S. (2014). La Energía Geotérmica. *Una Nueva Serie Sobre La Innovación de Energía*, 1–10.
- Calpine. (2022). *Cobb Creek*. <https://www.calpine.com/operations/power-operations/our-fleet/california/cobb-creek>

- Canaltic. (n.d.). *Energía de corrientes marinas*. Retrieved December 3, 2022, from https://canaltic.com/blog/html/exe/energias/energia_de_corrientes_marinas.html
- Cárdenas Gutiérrez, J. A., Acevedo Peñaloza, C. H., & Cely Calixto, N. J. (2022). *Administración de la maquinaria de construcción*.
- Cárdenas Gutiérrez, J. A., Cely Calixto, N. J., & Jácome Carrascal, C. J. L. (2022). *Estructuras hidráulicas*.
- Cárdenas Gutiérrez, J. A., Cely Calixto, N. J., & Jácome Carrascal, J. L. (2022). *Fundamentos para el diseño y control de mezcla de concreto* (Ecoediciones, Ed.).
- Castro, P. R. (2012). *Secuencia de la ubicación del observador del Génesis a través del tiempo sobre la deriva continental*. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pangea-y-el-genesis.jpg#/media/File:Pangea-y-el-genesis.jpg>
- Ceballos, S. P. (2006). TRAYECTORIA DE LA ÓRBITA TERRESTRE ALREDEDOR DEL SOL. *Scientia et Technica*, 2(31), 241–246.
- Cely Calixto, N. J., Bonilla Granados, C. A., & Carrillo Soto, G. A. (2022). *Tratamiento de aguas residuales*.
- Cely Calixto, N. J., Cárdenas Gutiérrez, J. A., & Becerra Moreno, D. (2022). *Gestión sostenible de los recursos hídricos en Colombia*.
- Cely Calixto, N. J., Carrillo Soto, G. A., & Bonilla Granados, C. A. (2022). *Fundamentos de la contaminación de aguas subterráneas*.
- Cely Calixto, N. J., Vergel Ortega, M., & Rincón Leal, O. L. (2022). *Cambio climático retos para la ingeniería civil*.
- Cely, N. J., Varón, Y. P., & Fuentes, R. M. (2019). Implementation of a physical model to determine the hydraulic behavior of mountain rivers. *Journal of Physics: Conference Series*, 1388(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1388/1/012041>

- Cely-Calixto, N. J. (2020). Physical controls in the simulation of hydraulic networks in buildings using Epanet 2.0 software. *Journal of Physics: Conference Series*, 1708(1), 012028.
- Cely-Calixto, N. J., Bonilla-Granados, C. A., & Gallardo-Amaya, R. J. (2021). Physical parameters for the estimation of the return coefficient in the sewer of the La Chivera watershed. *Journal of Physics: Conference Series*, 2073(1), 012018.
- Cely-Calixto, N. J., Bonilla-Granados, C. A., & Rojas-Suárez, J. P. (2021). Statistical analysis of wastewater monitoring for maximum peak factor estimation. *Journal of Physics: Conference Series*, 1981(1), 012013.
- Cely-Calixto, N. J., Carrillo-Soto, G. A., & Bonilla-Granados, C. A. (2020). Optimization of a storm drainage network using the storm water management model software in different scenarios. *Journal of Physics: Conference Series*, 1708(1), 012030.
- Cely-Calixto, N. J., Soto, G. A. C., & Becerra-Moreno, D. (2021). Validation of the modified Témez rational model in the watersheds of Norte de Santander, Colombia. *Journal of Physics: Conference Series*, 2073(1), 012017.
- Cerdá, E. (2012a). Energía obtenida a partir de biomasa. *Cuadernos Económicos de ICE*, 83.
- Cerdá, E. (2012b). Energía obtenida a partir de biomasa. *Cuadernos Económicos de ICE*, 83.
- Clementi, L. V. (2014). *De molinos y quijotes: Energía eólica y cooperativismo en el sur bonaerense*.
- Cortés, S., & Londoño, A. A. (2017). Energías renovables en Colombia: una aproximación desde la economía. *Revista Ciencias Estratégicas*, 25(38), 375–390.
- Cuatecontzi, D. H., & Gasca, J. (2004). Los gases regulados por la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático. *Cambio Climático: Una Visión Desde México*, 87.

DANE. (2022). *Exportaciones*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional/exportaciones>

de Kyoto, P. (1997). Protocolo de Kyoto. *Convención Marco de Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático* (CMNUCC).

de Manuel, J. (1995). ¿ Por qué hay veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes (12-18) y de futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo Sol-Tierra. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 227–236.

DeClerck, F., & Decker, M. (2009). Integrando la adaptabilidad al cambio climático a través de la biodiversidad. *Serie Técnica. Informe Técnico*.

Delgado Torres, J. J. (2021). *Energía renovables en el Latinoamérica, aplicabilidad y proyección en Colombia: Revisión*.

Ley1715,(2014).https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=57353

Díaz, M. (2013). Energía eólica. *Boletín IIE*, 37(2), 54–57.

Docenteca. (2017). *Movimientos de la tierra*. <https://www.docenteca.com/Publicaciones/386-movimientos-de-la-tierra-explicaci-n-v-deo-actividades.html>

el Mundo, E. A. de D. (2017). *Energía hidroeléctrica*.

En el GreenPower. (2022). *La energía hidroeléctrica*. <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables/energia-hidroelectrica>

EPM. (2022). *Centrales hidroeléctricas EPM*. <https://cu.epm.com.co/institucional/sobre-epm/nuestras-plantas/plantas-de-energia/centrales-hidroelectricas-epm>

Estenssoro Saavedra, F. (2010). Crisis ambiental y cambio climático en la política global: un tema crecientemente complejo para América Latina. *Universum (Talca)*, 25(2), 57–77.

- Estrada, C. A., & Meneses, A. Z. (2004). Gasificación de biomasa para producción de combustibles de bajo poder calorífico y su utilización en generación de potencia y calor. *Scientia et Technica*, 2(25).
- Fernández, J. (2003). Energía de la biomasa. *Energías Renovables Para El Desarrollo. Thomson-Paraninfo*, 2–20.
- Fernández, J. L. U. (2013). El cambio climático: sus causas y efectos medioambientales. *Anales de La Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid*, 50, 71–98.
- Fleming, J. (2013). *The callendar effect: the life and work of Guy Stewart Callendar (1898-1964)*. Springer Science & Business Media.
- Fleming, J. R. (1999). Joseph Fourier, the ‘greenhouse effect’, and the quest for a universal theory of terrestrial temperatures. *Endeavour*, 23(2), 72–75.
- Fundación endesa. (2022). *Centrales de biomasa y sus tipos*. <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/centrales-renovables/central-de-biomasa>
- García Fernández, Á. C. (2011). SATÉLITES Y LA EXPLORACIÓN DEL ESPACIO. *Revista de Información, Tecnología y Sociedad*, 5.
- Garrido, S. G. (2014). *Centrales termoeléctricas de biomasa*. Renovetec Fuenlabrada, Madrid, Spain.
- Gil, M. A. C. (2015). *Energía Solar Térmica de Media-Alta Temperatura (Centrales Termosolares)*.
- Gómez Ramírez, J. (2017). *La energía solar fotovoltaica en Colombia: potenciales, antecedentes y perspectivas*.
- Gómez, V. M. A., Rodríguez, E. I., & Gutiérrez, A. G. (2008). La energía geotérmica: una opción tecnológica y económicamente madura. *Boletín IIE, Tendencias Tecnológicas, Julioseptiembre*, 102–114.

- González Elizondo, M., Jurado Ybarra, E., González Elizondo, S., Aguirre Calderón, Ó. A., Jiménez Pérez, J., & Návar Cháidez, J. de J. (2003). Cambio climático mundial: origen y consecuencias. *Ciencia Uanl*, 6(3).
- González, M. I., & Estévez, B. (2005). Participación, comunicación y negociación en conflictos ambientales: Energía eólica marina en el mar de Trafalgar. *Arbor*, 181(715), 377–392.
- González-Ávila, M. E., Beltrán-Morales, L. F., Troyo-Diéguez, E., & Ortega-Rubio, A. (2006). Potencial de aprovechamiento de la energía eólica para la generación de energía eléctrica en zonas rurales de México. *Interciencia*, 31(4), 240–245.
- Helio Noticias. (2022). *La termosolar de China en Hami tendrá 250 MW para 2025*.
- Hulme, M. (1994). Regional climate change scenarios based on IPCC emissions projections with some illustrations for Africa. *Area*, 33–44.
- Ipsom. (2022). *Ayudas por actuaciones de energía solar térmica*. <https://www.ipsom.com/2022/06/ayudas-de-energia-solar-termica/>
- Irusta, M. (2017). *Energía hidroeléctrica*.
- Jarabo, F., Fernández, J., Trujillo, D., Elortegui, N., & Pérez, C. (1999). La energía de la biomasa. *Energías Alternativas Renovables*.
- Juárez-Hernández, S., & León, G. (2014). Energía eólica en el istmo de Tehuantepec: desarrollo, actores y oposición social. *Problemas Del Desarrollo*, 45(178), 139–162.
- KaHe. (2004). *Horno asador de Timanfaya*. https://es.wikipedia.org/wiki/Horno-Asador_de_Timanfaya#/media/Archivo:Lanzarote_Timanfaya_Vulkangrill.jpg
- Keeling, C. D., Bacastow, R. B., Carter, A. F., Piper, S. C., Whorf, T. P., Heimann, M., Mook, W. G., & Roeloffzen, H. (1989). A three-dimensional model of atmospheric CO₂ transport based on observed winds: 1. Analysis of observational data. *Aspects of Climate Variability in the Pacific and the Western Americas*, 55, 165–236.

- la Republica. (2019). *Las plantas hidroeléctricas representan 68% de la oferta energética en Colombia*. <https://www.larepublica.co/especiales/efecto-hidroituango/las-plantas-hidroelectricas-representan-68-de-la-oferta-energetica-en-colombia-2829562>
- la Republica. (2022). *Consumo de energía habría aumentado 3,43% para julio, Guaviare, donde más creció*. <https://www.larepublica.co/economia/consumo-de-energia-habria-aumentado-3-43-para-julio-guaviare-el-que-mas-crecio-3426615>
- Lamigueiro, O. P. (2013). *Energía solar fotovoltaica. Creative Commons Ebook. España*. 192pp.
- Leggett, J., Pepper, W. J., Swart, R. J., Edmonds, J., Meira Filho, L. G., Mintzer, I., & Wang, M. X. (1992). Emissions scenarios for the IPCC: an update. *Climate Change*, 1040, 75–95.
- Lira-Oliver, A. (2017). Radiación solar invisible y arquitectura. *Bitácora Arquitectura* (35), 116–124.
- Llebot, J. E. (2011). Svante Arrhenius los albores del cambio climático. *Medi Ambient: Tecnologia i Cultura*, 30, 94–96.
- Mands, E., Sanner, B., Mands, Ub. G. D. E., & Sauer, D.-G. M. (2010). Energía geotérmica a poca profundidad. *Alemania, Editorial UbeG*.
- Martens, W. J. M., Slooff, R., & Jackson, E. K. (1998). El cambio climático, la salud humana y el desarrollo sostenible. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 4(2), 100–105.
- Martínez González, J. L. (2014). *El Mínimo de Maunder en la revolución agraria inglesa (1645-1715)*.
- Martínez, P. R. (2009). *Energía solar térmica: técnicas para su aprovechamiento* (Vol. 4). Marcombo.
- Mato Berrios, J. R. (2019). *El geosistema terrestre, elementos constitutivos, litósfera hidrósfera, atmósfera y biósfera. Aplicación Didáctica*.

- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W. (1972). *Los límites del crecimiento: informe al Club de Roma sobre el predicamento de la humanidad*. Fondo de cultura económica.
- Meinel, A. B., & Meinel, M. P. (1982). *Aplicaciones de la energía solar*. Reverte.
- Melissari, B. (2012). Comportamiento de Cenizas y su Impacto en Sistemas de Combustión de Biomasa. *Memoria Investigaciones En Ingeniería*, 10, 69–82.
- Montero, G., Ruiz-Peinado, R., & Munoz, M. (2005). *Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles* (Vol. 13). INIA-Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria
- Moragues, J., & Rapallini, A. (2003). Energía eólica. *Instituto Argentino de La Energía "General Mosconi*, 3.
- Morales Ulloa, C. (2017). *Derretimiento de hielo en la antártica. Colapso de las plataformas de hielo Pine Island, Larsen y Totten*.
- Naciones Unidas/CEPAL. (2019). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. *In Publicación de las Naciones Unidas*.
- Nandwani, S. S. (2005). Energía solar. Conceptos básicos y su utilización. *Universidad Nacional, Heredia (Costa Rica)*. Jun, 1–26.
- Nickson, R. A. (1982). The Itaipu hydro-electric project: the Paraguayan perspective. *Bulletin of Latin American Research*, 1–20.
- OLADE. (2022). *PANORAMA ENERGÉTICO DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE 2021*.
- Orellana, R. (2013). Desarrollo y equilibrio con la Madre Tierra Metas del Milenio y vulnerabilidad ante el cambio climático. *Tinkazos*, 16(34), 73–90.
- Ortega, B. M. (n.d.). *Las tormentosas relaciones entre el Sol y la Tierra*.

- Ovacen. (2022). *Energía mareomotriz*. <https://ovacen.com/energias-renovables/mareomotriz/>
- Pérez Sedeño, E. (1985). Observaciones de Hiparco referentes a los calendarios en "El Algamesto". *Contexto*.
- Pérez-Malváez, C., & Bueno-Hernández, A. (2013). LA TEORÍA DE LA DERIVA CONTINENTAL: 100 AÑOS. *Revista de Divulgación de La Ciencia*, 9(1), 16.
- Pham, M., Boucher, O., & Hauglustaine, D. (2005). Changes in atmospheric sulfur burdens and concentrations and resulting radiative forcings under IPCC SRES emission scenarios for 1990–2100. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 110(D6).
- Portafolio. (2017). *Upme concesionará primera línea de generación eólica*. <https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/upme-concesionara-primera-linea-de-generacion-eolica-508739>
- Probst Oleszewski, O. M., & Oleszewski, O. M. P. (n.d.). *Energías renovables vs energías fósiles*.
- Rey, O., López, L., & lo Mónaco, S. (2009). Identificación de ciclos solares durante el evento anóxico oceánico 3 (EA03): formación la luna, Venezuela. *Revista de La Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 24(2), 5–12.
- ROYO, J., CANALÍS, P., & SEBASTIÁN, F. (2008). Co-Combustión. *Master En Energías Renovables y Mercado Energético 2007*.
- Sachs, M. (2007). *Cambio climático*.
- Solar, E. (2019). *Energía solar fotovoltaica*. Obtenido de ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: [http://www.greenenergylatinamerica ...](http://www.greenenergylatinamerica...)
- Touza, L. L. (2020). Cambio climático 2020: Ciencia, tras el maratón COP 25, el Pacto Verde Europeo y legislación climática en España. *Análisis Real Inst. Elcano*, 1, 17.

Tyndall, J. (1863). XXVII. On radiation through the earth's atmosphere. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 25(167), 200–206.

Urien Pinedo, A. (2013). *Obtención de biocarbones y biocombustibles mediante pirólisis de biomasa residual*.

Vega, M. A. G., & Santiago, N. L. (2016). Corporaciones transnacionales y desarrollo local: el caso de los parques eólicos en Oaxaca. *Revista Iberoamericana de Estudios Municipales*, 13, 41–61.

Volman de Tanis, S. (1977). *Energía mareomotriz*.

Zamora Martínez, M. C. (2015). Cambio climático. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(31), 4–7.



Cel: 3162382656 - Bogotá Colombia
editorialcreser@gmail.com
www.editorialcreser.com

El cambio climático y la transición energética hacen parte de las metas de la humanidad para las próximas décadas, por lo tanto, este libro permite identificar las principales causas de esta problemática, así como las soluciones que se han desarrollado a lo largo del tiempo, además de contextualizar el estado actual de Colombia frente a esta transición.

La obra inicia con los conceptos básicos del cambio climático y efecto invernadero, identificando la problemática desarrollada, posteriormente se comparte la prospección de energías limpias, sus beneficios e inconvenientes, así como sus tipologías. Posteriormente, contextualiza de manera detallada el estado actual de las energías renovables en el país.

Este documento va dirigido a docentes, estudiantes y al público en general, específicamente aquellas personas que tengan un gran interés y que deseen ampliar su conocimiento en el tema.

