

LAS ENERGÍAS LIMPIAS Y SU APLICACIÓN EN COLOMBIA

Estudiante:

YEISSON DUBAN MORA AGUIRRE

CE-201419031201

Trabajo de Grado para optar el título de
Contador Público

Directora
Dra. Rosa Eugenia Reyes |Gil

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES
FACULTADA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, ECONÓMICAS Y CONTABLES.
CONTADURÍA PÚBLICA
BOGOTÁ
2020

CONTENIDO

1. RESUMEN	5
2. PALABRAS CLAVE	6
3. INTRODUCCIÓN	6
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	8
6. JUSTIFICACIÓN	9
7. OBJETIVOS	11
1.1 Objetivo General:.....	11
2.1 Objetivos específicos:.....	11
8. MARCO TEÓRICO	12
3.1 Principales energías limpias desarrolladas a nivel nacional e internacional. 12	
4.1 Energía solar fotovoltaica	15
5.1 Energía eólica	18
6.1 Energía a partir de biomasa.....	22
7.1 Energía hidroeléctrica	25
8.1 Energía Geotérmica	27
9. METODOLOGÍA.....	29
10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
6.1.....	31
9.1 La energía hidráulica, la convencional Fuente que ha Iluminado a Colombia 34	
10.1 La energía Eólica en Colombia.....	39
11.1 Principales Políticas Públicas asociadas con la adopción de energías limpias en Colombia.	42

11. EJEMPLOS DE ENERGÍAS LIMPIAS DE COLOMBIA.....	46
12. CONCLUSIONES.....	48
13. REFERENCIAS	49

TABLAS E IMÁGENES

Figura 8-1 Consumo de energía mundial para el año 2016. Fuente REN21 (2017).....	13
Figura 8-2 Consumo de energías renovables para el año 2016. Fuente REN21 (2017)	13
Figura 8-3 (Enel Codensa, 2020).....	15
Figura 8-4 Energía Eólica Tomada de https://www.factorenergia.com	19
Tabla 8-1 Capacidad total instalada y adicionada de energía eólica en el mundo – junio 2016. Fuentes WWEA (2016)	21
Figura 8-5 Tomada de Energía Solar Biomasa.....	23
Figura 8-6 Centrales Hidroelectricas en Colombia.....	25
Figura 8-7 UPME . Informe de gestión 2018	28
Tabla 9-1. Metodología aplicada para cada objetivo específico. Fuente: Elaboración propia	30
Tabla 10-1 Principales fuentes de energía renovables y limpias producidas en el mundo	35
Tabla 10-2 Matriz Energética de Colombia.....	41
Figura 11-1 Granja Solar Celsia Yumbo	46
Figura 11-2 Proyecto EPM Jepirachi.....	46
Figura 11-3 Foto EMP Hidroitungo.....	47

1. RESUMEN

TITULO: LAS ENERGÍAS LIMPIAS Y SU APLICACIÓN EN COLOMBIA

AUTOR: Yeisson Duban Mora Aguirre

PROGRAMA: Contaduría Pública

FACULTAD: Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

DIRECTORA: Rosa Eugenia Reyes Gil

Colombia tiene una gran riqueza de recursos energéticos renovables, como el sol, el agua, el viento y los desechos orgánicos de tipo animal y vegetal, aun así, no se encuentra entre los primeros países de América Latina en el aprovechamiento de fuentes limpias y renovables. Otro factor importante que se debe tener presente en la generación de energía es el calentamiento global, que a través de la combustión de fuentes fósiles y otras emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), contribuye al aumento de la temperatura de la Tierra. Por ende, se debe tener un desarrollo sostenible fundamentado en la generación de energías limpias, con responsabilidad social empresarial y ambiental. La presente investigación, busca establecer el estado del arte en relación con las energías limpias y renovables en Colombia, y se discutirán las bases para un mejor aprovechamiento de las mismas promoviéndose la investigación científica al respecto.

2. PALABRAS CLAVE

Energías limpias, energías alternativas, combustibles, contaminación

3. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el sustento energético es un motor trascendental del crecimiento económico, de la modernidad y la transformación social para un desarrollo sostenible, ya que la energía se encuentra presente en todas fases de la actividad socioeconómica del ser humano, tanto en la producción como en el consumo. La energía es un eslabón fundamental de la estructura económica de nuestro sistema productivo, social y medioambiental.

Para el caso de nuestro país, es posible estar adentrándose en una deficiencia energética debido al crecimiento demográfico, aumento en la demanda energética, el cambio climático y la falta de proyectos que incrementen la oferta energética de energías limpias. Colombia tiene una gran riqueza de recursos energéticos renovables, como el sol, el agua, el viento y los desechos orgánicos de tipo animal y vegetal, aun así, no están entre los primeros países de América Latina en el aprovechamiento de fuentes limpias y renovables.

Otro factor importante que se debe tener presente en la generación de energía es el calentamiento global, que a través de la combustión de fuentes fósiles y otras emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), contribuye al aumento de la temperatura de la Tierra. Por ende, se debe tener un desarrollo sostenible fundamentado en la generación de energías limpias, con responsabilidad social empresarial y ambiental (Algarín, Giraldo y Castro, 2018).

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El uso de nuevas tecnologías para la generación de energía limpia en el país sería de gran aporte para reducir la contaminación y aumentar la eficiencia energética (Ortiz & Aguirre, 2012). Esta investigación busca dar a conocer las fuentes de energías limpias y su aplicación en el país, ya que el uso de energía por los seres humanos es muy grande y prácticamente dependemos de ello. Sin embargo, la implementación de energías limpias no es del todo exitosa hasta el momento en Colombia, probablemente como consecuencia de la falta de conocimiento sobre el tema. Algunos de los tipos de energías limpias que se han implementado en las empresas colombianas son la energía fotovoltaica y la energía eólica. Estos tipos de energías se han aplicado a varios programas y actividades que promocionan otras fuentes de energía más limpias (Gualteros & Hurtado, 2013).

La energía de origen fósil, como el petróleo y el gas natural, es la más usada en el país. Lamentablemente genera muchos daños al medio ambiente, ya que la contaminación del aire es una amenaza a nuestra salud y a nuestra economía. Cada año, la contaminación generada por los combustibles fósiles se lleva millones de vidas e incrementa los riesgos de padecer ataques, cáncer de pulmón y asma, además de costarnos billones de dólares para la economía del mundo (Minwoo Son). El proceso de extracción, refinación y generación de energía a partir del petróleo, nos da como resultado combustibles livianos como gasolina, diésel y otros que mueven el mundo, y así mismo en cada una de las fases del proceso se generan contaminantes atmosféricos, de las aguas y del suelo que afectan a la humanidad, incremento del efecto invernadero y lluvias ácidas, entre otros daños generados por el uso de estos combustibles (Algarín, Giraldo y Castro, 2018).

Ante los graves problemas ambientales generados por la extracción, refinación y uso de los combustibles fósiles, se han propuesto a nivel mundial el uso de energías menos contaminantes o energías limpias. Entre los principales tipos de energías limpias se encuentran: la energía solar, la energía hidroeléctrica y la energía eólica, entre otras. Los diferentes tipos de energías limpias han aumentado en los últimos y son más accesibles a través del uso de aplicativo software de planeación, organización y consultas tecnológicas que permiten su elección, con el fin de contribuir en crecimiento económico sostenible a comunidades que requieran uso de energía eléctrica (Barrios, 2017).

En Colombia la demanda de energía es cubierta en casi su totalidad por la energía proveniente del petróleo y por tanto, viene acompañada de todos los impactos ambientales generados por este tipo de energía. Por ello, reviste gran interés estudiar el grado de desarrollo de las energías limpias en el país y cuáles estrategias tiene el Estado colombiano para incentivar su desarrollo, para así mismo tener una energía limpia y menos contaminante para la humanidad.

5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el grado de desarrollo de las energías limpias en Colombia?

6. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación permitiría describir las principales energías limpias que podemos empezar a incentivar a cada una de las compañías del país, haciendo conciencia a toda la sociedad sobre el tema de la contaminación por parte de los combustibles fósiles en la cual esta afectando cada día más el medio ambiente, siendo así, ofrecer alternativas de cambio a las energías renovables.

Los sistemas de transporte que utilizan electricidad pueden emplear energías procedentes de fuentes naturales renovables (eólica, hidráulica, solar y biomasa, entre otras) sin tener que cambiar su tecnología y aprovechando las ventajas de estas energías, como son menores emisiones contaminantes, reducción de la dependencia energética del exterior o la estabilidad de costos, para así mismo tener recursos que sean inagotables.

Adicionalmente, al contar con una sola matriz energética el país se encuentra vulnerable a los altibajos de la economía del petróleo a nivel mundial. La autosuficiencia energética en Colombia depende de sus hidrocarburos convencionales, los cuales son administrados por la Empresa Colombiana de Petróleo (ECOPETROL). A pesar de los logros reseñados por esta empresa para el año 2019, basados en la disciplina de capital, la búsqueda de mayores eficiencias y la protección de la caja para el fortalecimiento de la producción y las reservas, es un hecho preocupante que la compañía y, en general el país, presentan un nivel de reservas de crudo insuficientes y que Colombia cuenta con autosuficiencia petrolera solo para los próximos 5,7 años (Revista Dinero, 3/7/2019).

A este respecto, los expertos petroleros indican que si las cosas no cambian radicalmente en materia de reservas, antes de seis años el país va a tener que importar combustibles en forma masiva. Eso podría implicar, en primera instancia, un golpe para la balanza externa y agudizaría los problemas de cuenta corriente que tiene hoy el país. Adicionalmente, indican que la balanza externa de Colombia depende de la actividad petrolera, reflejado en que las exportaciones de combustibles para el año 2018 llegaron a US\$24.709 millones, representando el 59% del total de ventas externas de Colombia (Revista Dinero, 2019).

A este análisis económico habría que adicionarse los problemas que se originarían en materia fiscal. En el año 2019, se calcula que Ecopetrol giró al gobierno nacional \$8,2 billones por dividendos. Y el presupuesto bianual de regalías para 2019 y 2020 se estima en \$40 billones. Sin nuevas reservas y con la necesidad de importar combustibles, el gobierno central y las administraciones locales dejarán de recibir una enorme cantidad de recursos. También se agudizaría el problema con el costo para los consumidores. De hecho, habría que importar los combustibles en las condiciones de los mercados internacionales, donde las volatilidades se han incrementado (Revista Dinero, 2019).

Por lo dicho anteriormente, la razón para estudiar el grado de desarrollo de las energías limpias no es solo por las consecuencias ambientales derivadas de los combustibles fósiles, sino también por las consecuencias económicas y sociales que se generarían por una probable disminución en el volumen de crudo en los yacimientos de petróleo en el país.

7. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General:

Establecer el grado de desarrollo de las energías limpias en Colombia y el apoyo a su desarrollo por parte del Estado.

2.1 Objetivos específicos:

- 1) Describir las diferentes formas de energías limpias desarrolladas a nivel nacional e internacional.
- 2) Analizar el grado de desarrollo de las energías limpias en Colombia.
- 3) Presentar las principales políticas públicas asociadas con la adopción de energías limpias en el país.

8. MARCO TEÓRICO

En esta sección se presentan los referentes teóricos, el material más importante de la sustentación teórica de mi investigación de las clases de energías limpias y que aplicación tienen en Colombia. Las formas y mecanismos de aprovechamiento de los recursos para producción de energía limpia son de diversas fuentes, dentro de las principales está la solar, eólica, geotérmica, oceánica, biomasa, biogás y gases sintéticos. Estas formas de energía tienen un origen común, son proporcionadas en su mayoría por el sol, el viento, el suelo y el agua.

3.1 Principales energías limpias desarrolladas a nivel nacional e internacional.

En el mundo, el consumo de energías renovables (ER) se ha incrementado en un promedio de 2.3% desde el año 2015, lo cual ha contribuido a que las emisiones globales de carbono asociadas al consumo de energía se mantuvieron estables para el año 2014, al tiempo que la economía mundial creció. Según la Energy International Agency (2017), tales efectos han sido atribuidos al aumento en la penetración de las ER y las mejoras en la eficiencia energética.

En la actualidad mundial existe una conciencia de la importancia de las ER y la eficiencia energética como mecanismos fundamentales para abordar el cambio climático, la creación de nuevas oportunidades económicas y proporcionar acceso a la energía a millones de personas que aún viven sin servicios de energía modernos. En este contexto, la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró el 2014 como el primer año de una década de energía sostenible para todos (SE4ALL), donde se apunta a duplicar la

participación de las ER en el sistema energético desde una línea base del 18% en 2010 al 36% en 2030 (United Nations, 2013).

Según la International Renewable Energy Agency (IRENA), en el año 2016 las ER proporcionaron un estimado de 19.3% del consumo mundial de energía. Se destaca la producción de energía a partir de la biomasa para calefacción y cocina en las áreas rurales en los países en vía de desarrollo con una representación alrededor del 9.1% y una participación del 10.2% para las ER modernas como la energía solar fotovoltaica, eólica, hidroeléctrica, solar térmica y biocombustibles (REN21, 2017). En las Figuras 1 y 2 se resumen los datos presentados en relación a la distribución de las energías renovables en el consumo mundial de energía.

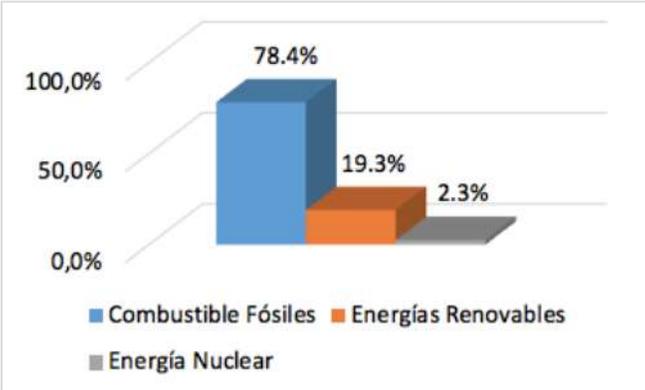


Figura 8-1 Consumo de energía mundial para el año 2016. Fuente REN21 (2017)

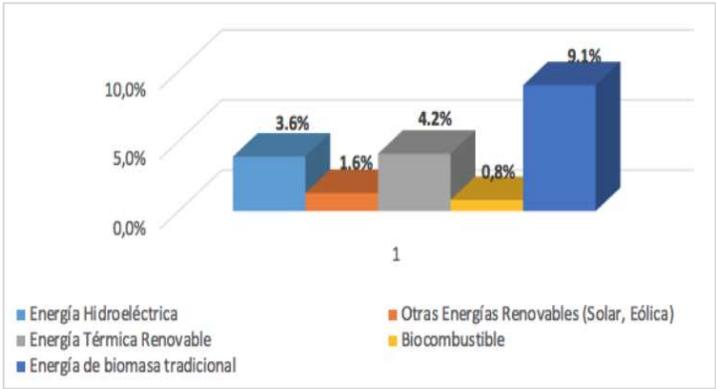


Figura 8-2 Consumo de energías renovables para el año 2016. Fuente REN21 (2017)

No obstante, el crecimiento de las energías renovables sigue siendo moderado en virtud de los subsidios que aún reciben los combustibles fósiles y la energía nuclear; particularmente en los países en vía de desarrollo. A continuación, se presentan algunas cifras del crecimiento de las energías limpias en el sector de la energía a nivel mundial. En la Unión Europea, las energías renovables representaron el 86% de la capacidad de generación de energía, con mayor participación de la energía eólica y la fotovoltaica (REN21, 2017). Alemania incrementó su participación del 10.5 % en 2010 a 24% en 2014; mientras que un país como Escocia suministra cerca de la mitad de su electricidad a partir de ER (REN21, 2015). En Estados Unidos las energías renovables representaron más del 15% del total de generación de electricidad. Se destaca un aumento notable en la electricidad generada por la energía eólica y la fotovoltaica; mientras que se presentó disminución en la generación de bioenergía (REN21, 2017). En Latinoamérica y el Caribe, Brasil fue el líder en nueva capacidad instalada de ER, con un record de 2.5 GW de capacidad de generación con energía eólica para el 2014 (REN21, 2015); mientras que Uruguay es el país que añadió más capacidad de generación de energía eólica per cápita a nivel mundial en los últimos años. En este país, la energía eólica alcanzó a suministrar el 22.8% del consumo de electricidad en el 2016 (REN21, 2017). En Asia se tiene la mayor capacidad de generación de energía renovable instalada. El líder es China, el cual es el país con mayor capacidad de producción de energía solar, eólica e hidroeléctrica. De igual forma, Tailandia incrementó su producción de energía solar en una proporción que supera a muchos países europeos; además de Filipinas y Pakistán que han incrementado notablemente su capacidad instalada en energía eólica (REN21, 2015). En Australia, que es líder de la región de Oceanía en capacidad de electricidad renovable, el mayor porcentaje lo tienen las hidroeléctricas con el 59% y la energía eólica con el 32% (REN21, 2017). En

África también se viene presentando un aumento en las instalaciones a partir de ER. Sudáfrica se convirtió en uno de los 10 mejores mercados de la energía solar, por delante de la India, además está realizando las primeras instalaciones en energía eólica. En Kenia, se tiene instalado más de la mitad de la capacidad geotérmica del mundo (REN21, 2015).

4.1 Energía solar fotovoltaica

El término energía solar se refiere al aprovechamiento de la energía que proviene del Sol. Mediante la instalación de paneles solares y otros sistemas se puede utilizar para obtener energía térmica o para la generación eléctrica. Se trata de una fuente de energía renovable. La energía del Sol se considera inagotable a escala humana. Por lo tanto, es una alternativa a otros tipos de energía no renovables. Por ejemplo, a los combustibles fósiles o a la energía nuclear. La cantidad de energía solar que recibe la Tierra es diez mil veces mayor que la que se consume al día en todo el planeta. Sin embargo, se distribuye de una forma más o menos uniforme sobre toda la superficie terrestre, lo que dificulta su aprovechamiento.



Figura 8-3 (Enel Codensa, 2020)

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable que se obtiene directamente de la radiación solar mediante un panel solar que a su vez la transforma en energía eléctrica. El proceso comienza cuando la luz solar cae sobre una de las caras de una célula fotoeléctrica, que componen los paneles solares, y se produce un diferencial de potencial eléctrico entre ambas caras haciendo que los electrones salten de un lugar a otro, generando así corriente eléctrica que luego se transporta hasta la red de distribución para llegar hasta los puntos de consumo. (Enel Codensa, 2020)

Según la International Energy Agency (2014), la eficiencia media de los módulos fotovoltaicos (FV) de silicio comerciales ha mejorado en los últimos diez años en alrededor de 0.3 % por año, llegando a un valor de 16% en 2013. Los módulos comerciales de mejor desempeño, con base en diferentes tecnologías de fabricación alcanzan eficiencias entre un 19% y 21% (Shallenberg y otros, 2008). Generalmente los módulos FV son garantizados para una vida útil de 25 años, como mínimo, trabajando en el 80% de su potencia nominal, a veces durante 30 años en el 70% de su potencia nominal. Las estadísticas y proyecciones a nivel mundial son: (International Energy Agency, 2014; International Renewable Energy Agency, 2013; REN21, 2015; REN21, 2017; International Energy Agency, 2017).

Desde el 2010, en el mundo se ha adicionado más capacidad en energía FV que en las cuatro décadas anteriores. Los nuevos sistemas fueron instalados en 2013 a un ritmo de 100 MW de capacidad por día. A inicios del año 2014 la capacidad global superó los 150 GW. Durante el 2016 se agregaron 75 GW de capacidad solar fotovoltaica a nivel mundial, lo cual equivale a la instalación de más de 31,000 paneles solares por hora. El patrón geográfico de despliegue está cambiando rápidamente. Mientras que algunos países europeos, encabezados por Alemania e Italia, iniciaron a gran escala el desarrollo de

sistemas FV; desde el año 2013, la República Popular China ha liderado el mercado FV mundial, seguido por Japón y Estados Unidos.

Las cifras más recientes presentadas en el 2017, muestran que el 85% de la capacidad instalada estuvo focalizada en 5 mercados: China, Estados Unidos, Japón, India y el Reino Unido. Los líderes en capacidad solar FV por habitante son Alemania, Japón, Italia, Bélgica y Australia. Casi 11 GW de capacidad FV estaban conectados a la red en Europa en 2013, en comparación con 17.7 GW en 2012 y más de 22.4 GW en 2011. En datos de la European Photovoltaic Industry Association (2014), China fue el principal mercado en 2013 con 11.8 GW de los cuales 500 MW representan sistemas aislados. China fue seguido por Japón con 6.9 GW y los EEUU con 4.8 GW.

En América Latina, en el año 2014, entraron en funcionamiento 625 MW de energía FV, frente a los 133 MW instalados en el 2013. El principal artífice de este incremento fue Chile aportando en un 75% del incremento total, seguido de forma distante por México y Brasil. Chile agregó 0.7GW en 2016 para finalizar el año con un total de 1.6GW. México adicionó 150 MW para un total instalado de 0.3 GW (European Photovoltaic Industry Association (2014)).

Los precios de los sistemas FV se han dividido por tres en los últimos seis años en la mayoría de los mercados, mientras que los precios de los módulos FV se han dividido por cinco. El costo de la electricidad a partir de nuevos sistemas construidos varía de 90 a 300 USD/MWh, dependiendo del recurso solar, el tipo, tamaño, costo de los sistemas, madurez de los mercados y los costos del capital. Se estima que la participación de la energía FV en

la producción de la electricidad mundial alcance un 16% en 2050, lo cual representaría un aumento significativo de la meta del 11% en la hoja de ruta de 2010. La generación fotovoltaica contribuiría con un 17% de toda la electricidad limpia, y el 20% de toda la electricidad renovable. Se espera que China continúe liderando el mercado mundial, lo que representa alrededor del 37% de la capacidad mundial para el año 2050. Para lograr las estadísticas anteriores, se espera que los costos de la electricidad a partir de energía FV en diferentes partes del mundo se reduzcan en un 25% para el 2020, 45% en 2030, y el 65% en 2050; lo que lleva a un rango de 40 a 160 USD/MWh (2014 (REN21, 2015);).

5.1 Energía eólica

La **energía eólica** es la energía que se obtiene del viento. Se trata de un tipo de energía cinética producida por el efecto de las corrientes de aire. Esta energía la podemos convertir en electricidad a través de un generador eléctrico. Es una energía renovable, limpia, que no contamina y que ayuda a reemplazar la energía producida a través de los combustibles fósiles.

El mayor productor de energía eólica del mundo es Estados Unidos, seguido de Alemania, China, India y España. En América Latina el mayor productor es Brasil. En España, la energía eólica abasteció de electricidad al equivalente a 12 millones de hogares, esto es un 18% de las necesidades del país (Fuente AEE). Esto significa que gran parte de la energía verde que ofrecen las compañías eléctricas del país, incluyendo la que lleva a tu hogar **factorenergia**, proviene de los parques eólicos y tiene este origen renovable.



Figura 8-4 Energía Eólica Tomada de <https://www.factorenergia.com>

A continuación, se presentan un conjunto de estadísticas que están basadas en los últimos informes elaborados por la Asociación Mundial de Energía Eólica (The World Wind Energy Association: WWEA) en el 2014 y 2016 sobre tecnologías, recursos, proyecciones mundiales y costos de la energía eólica a nivel mundial (WWEA, 2014; WWEA, 2016).

La capacidad eólica en todo el mundo llegó a 336,327 MW a finales de junio de 2014, de los cuales 17,613 MW se añadieron en los primeros seis meses del año. Este aumento es sustancialmente mayor que en el primer semestre de 2013 y 2012, cuando 13.9 GW y 16.4 GW se añadieron respectivamente. La capacidad eólica instalada en todo el mundo a mediados de 2014 fue de alrededor del 4% de la demanda mundial de electricidad. A junio de 2016, la capacidad eólica mundial alcanzó los 456 GW; con un liderazgo de países como Alemania, India y Brasil (Energías Renovables Globales y Redes de Conomiento, 2017).

Las razones para el desarrollo relativamente positivo de los mercados eólicos en todo el mundo, se centran en las ventajas económicas de la energía eólica y su creciente competitividad en relación con otras fuentes de electricidad, así como la urgente necesidad de poner en práctica tecnologías libres de emisiones con el fin de mitigar el cambio climático y la contaminación del aire. Los cinco países líderes en energía eólica son China, Estados Unidos, Alemania, India y España, los cuales aportan un 67% de la capacidad eólica mundial. China alcanzó una capacidad eólica de 98 GW a junio de 2014, mientras que Alemania aportó solo 1.8 GW debido a los cambios que se han producido en la legislación de energías renovables en ese país. Por primera vez Brasil ha entrado en el grupo de los líderes mundiales al convertirse en el tercer mercado para turbinas eólicas nuevas con 1.3 GW de nueva capacidad, representando el 7% de todas las ventas mundiales

en este sector. De esta forma, Brasil se sigue presentando como el país líder en toda Latino América.

En total, cuatro países instalaron capacidades mayores a 1 GW en el primer semestre de 2016: China con 10 GW, India 2.4 GW, Alemania 2.4 GW y Brasil 1.1 GW. India mantiene su posición como número dos en Asia y número cuatro a nivel mundial. Estados Unidos, después de que su efectividad colapsara en 2013, ha presentado signos de recuperación con un mercado de 835 MW superando por poco a países como Canadá (723 MW), Australia (699 MW) y Reino Unido (649 MW). Finalmente, el mercado de España no ha contribuido significativamente al crecimiento del 2014 puesto que sólo aportó 0.1 MW de nuevas instalaciones para el primer semestre del año. En la Tabla 1 se muestra la capacidad total y la capacidad adicionada en energía eólica por todos los países a nivel mundial hasta el primer semestre del 2016.

Posición	País	Capacidad Total – Junio 2016 (MW)	Capacidad Adicionada – Junio 2016 (MW)
1	China	158,000	10,000
2	Estados Unidos	74,696	830
3	Alemania	47,420	2,389
4	India	27,151	2,392
5	España	22,987	-
6	Reino Unido	13,940	320
7	Canadá	11,298	109
8	Francia	10,861	568
9	Brasil	9,810	1,095
10	Italia	9,101	143
11	Suiza	6,338	309
12	Polonia	5,300	200
13	Turquía	5,146	428
14	Dinamarca	5,089	25
15	Portugal	5,040	6
	Resto del Mundo	44,309	2,900
	Total	456,486	21,714

Tabla 8-1 Capacidad total instalada y adicionada de energía eólica en el mundo – junio 2016. Fuentes WWEA (2016)

Asia, Europa y América del Norte seguirán impulsando nuevas adiciones de capacidad en un futuro previsible. Es probable que China continúe dominando nuevas adiciones de capacidad, teniendo en cuenta sus planes ambiciosos y políticas de apoyo. Aunque las nuevas adiciones no pueden crecer tan rápidamente como lo han hecho en los últimos años, independientemente de los planes chinos de llegar a 200 GW de capacidad instalada en 2020. India es probable que surja como un nuevo mercado importante, con adiciones de capacidad de 2 a 3 GW por año. Las perspectivas en América del Norte son mucho más inciertas, debido a las incertidumbres legislativas y el impacto continuo en la economía del país. Europa continuó reduciendo su participación en el mercado global de capacidad instalada, contabilizando el 33% a fines de junio de 2016 (RICO, 2018).

En América Latina se estima un importante crecimiento liderado por Brasil, del cual se espera que pueda alcanzar la sexta posición a nivel mundial para el 2018. Finalmente, el panorama en África y oeste medio es particularmente incierto, pero se estima que la capacidad instalada debió ser de 2 GW en 2015. Según la International Renewable Energy Agency (2012), África tiene un gran potencial eólico, aunque no se distribuye de forma uniforme; no obstante, tienen todas las posibilidades de presentar mejores tasas de crecimiento en un futuro.

6.1 Energía a partir de biomasa

La energía de biomasa o bioenergía es un tipo de energía renovable procedente del aprovechamiento de la materia orgánica e industrial formada en algún proceso biológico o mecánico, generalmente es sacada de los residuos de las sustancias que constituyen los seres vivos (plantas, ser humano, animales, entre otros), o sus restos y residuos. El

aprovechamiento de la energía de la biomasa se hace directamente (por ejemplo, por combustión), o por transformación en otras sustancias que pueden ser aprovechadas más tarde como combustibles o alimentos. Por esos motivos producir energía con la biomasa es un sistema ecológico, que respecta el medio ambiente y además no tiene muchos gastos. Las biomasa se pueden clasificar según la procedencia. (<https://ebasl.es/producir-energia-con-la-biomasa/>)

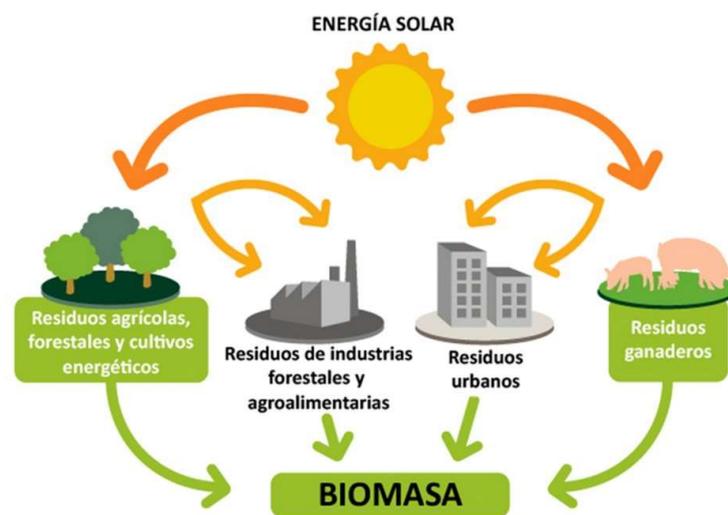


Figura 8-5 Tomada de Energía Solar Biomasa

En 2012 la bioenergía representaba aproximadamente el 10% o 51×10^{18} Joule (51 EJ) de la demanda mundial de energía, cifra notablemente más grande que cualquier otro tipo de energía renovable. De dicho porcentaje, la gran mayoría (27 EJ) provenía de la utilización de la biomasa en estufas de leña tradicionales en los países en desarrollo. Esta cifra se ha mantenido bastante constante a lo largo de los años. Según la International Renewable Energy Agency (2015), en términos de uso de la biomasa de alta eficiencia y el carácter neutro en carbono de la combustión de biomasa, el crecimiento en la utilización de

la bioenergía se observa actualmente en los sistemas de generación de electricidad a partir de biomasa, que representa aproximadamente 6 EJ.

La disponibilidad de la biomasa es un aspecto clave para la bioenergía. Esta energía es ampliamente utilizada en las regiones que cuentan con amplios recursos de madera, forestales o residuos agrícolas. Un plan de negocios, incluyendo los costos de recolección y la logística de los recursos de biomasa, es necesario para asegurar que la cogeneración a partir de biomasa sólida sea económicamente viable. Para producción a gran escala en centrales térmicas de carbón, una ubicación cerca de lugares con grandes recursos es clave para facilitar el suministro de biomasa. El uso de la biomasa para cogeneración puede estar en competencia con los usos no energéticos de los residuos agrícolas y forestales o residuos industriales a partir de la leña (es decir, la pulpa y el papel). El aumento de la competencia entre los diferentes usos puede aumentar el precio de la biomasa ((Principales Problemas del Uso de combustibles fosiles , 2018).

La estabilidad del mercado es un tema crítico, incluso en regiones con políticas de apoyo. La sostenibilidad, el medio ambiente y los aspectos sociales (la reducción de gases de efecto invernadero, la biodiversidad, el impacto sobre el suelo y el agua) podrían, si no se tratan adecuadamente, presentar importantes barreras para lograr la masificación en el uso de la biomasa. En este aspecto los gobiernos juegan un rol fundamental, puesto que pueden mejorar la sostenibilidad de la bioenergía con el establecimiento de criterios apropiados, indicadores, certificaciones y orientación técnica para supervisar su impacto (Algarín, C.R., Llanos, A.P., & Castro, A.O. (2017).).

7.1 Energía hidroeléctrica

La energía hidroeléctrica es una fuente de energía renovable que se produce aprovechando el paso de los ríos a través de la construcción de represas. Existen varios tipos de centrales hidroeléctricas, cada una con características propias. La central hidroeléctrica más común en el mundo es la llamada "central de embalse". En este tipo de centrales, el agua se acumula en la represa para luego caer desde la altura sobre una turbina hidráulica, haciéndola girar y produciendo electricidad con los generadores eléctricos ubicados en la sala de máquinas. Luego, se eleva su tensión para transportar la energía sin mayores pérdidas y posteriormente incorporarse a la red eléctrica. Por otro lado, el agua utilizada retoma su curso natural.



Figura 8-6 Centrales Hidroelectricas en Colombia

Alrededor de 160 países en todo el mundo utilizan la tecnología de la energía hidroeléctrica para la generación de energía. Con una capacidad total instalada de 1,060 GW (19.4% de la capacidad eléctrica del mundo en 2011), la energía hidroeléctrica genera aproximadamente 3,500 TWh al año, lo que equivale al 15.8% de la generación mundial de electricidad. Según la International Renewable Energy Agency (2015), las centrales hidroeléctricas proporcionan al menos el 50% del suministro total de electricidad en más de 35 países.

La construcción de centrales hidroeléctricas requiere de un tiempo de espera largo, especialmente cuando se necesita un embalse. Los costos de inversión para nuevas plantas hidroeléctricas, incluyendo la preparación del terreno y obras de ingeniería civil, dependen en gran medida del sitio específico. Los costos de inversión incluyen evaluaciones de planificación, factibilidad, análisis de impacto ambiental y la concesión de licencias (Algarín, C.R., Llanos, A.P., & Castro, A.O. (2017).).

Recientes cifras de costos de inversión para las grandes centrales hidroeléctricas oscilaron entre 1050 USD/kW a 7650 USD/kW. Para los pequeños proyectos hidroeléctricos, el rango varía aún más, a partir de 1000 USD/kW a 10000 USD/kW. El potencial global de energía hidroeléctrica técnica se estima en alrededor de 15,000 TWh por año. La mitad de este potencial total está disponible en Asia y 20% en América Latina, no obstante, gran parte de este potencial aún está por explotar principalmente en África, América Latina y Asia; mientras que en Europa se encuentra aproximadamente la mitad de todo el potencial hidroeléctrico ((RICO, 2018).

La central hidroeléctrica operativa más grande del mundo es la planta de Tres Gargantas en China, con una capacidad de 22.5 GW. La central hidroeléctrica de Itaipú

ubicada en Brasil/Paraguay ocupa el segundo lugar con una capacidad de 14 GW y una generación de 98.2 TWh en 2012 ((Son, 2020)).

8.1 Energía Geotérmica

La energía geotérmica es un tipo de energía renovable y limpia que aprovecha el calor del subsuelo para climatizar, tanto para calefacción como para refrigeración y para obtener agua caliente sanitaria. En la actualidad el hombre ha encontrado un recurso inagotable, limpio y respetuoso con el medio ambiente, la Energía Geotérmica.

A diferencia de la mayoría de las fuentes de energía renovables, la geotérmica no depende del clima, del viento ni de la radiación del sol, sino que radica en la diferencia de temperatura que existe entre el interior de la tierra y su superficie. Por tanto, está disponible 24 horas al día, 365 días al año.

Las fuentes geotérmicas entregan energía en forma de electricidad, calentamiento y enfriamiento directo. A nivel mundial la producción global de este tipo de energía fue de 147 TWh con corte a 2014, de los cuales se estima que la mitad está dedicada para la generación de electricidad geotérmica. Aproximadamente 640 MW de la nueva generación de potencia geotérmica fue implementada en el 2014 para cerrar una capacidad mundial cercana a los 12.8 GW <https://www.revistaespacios.com/a18v39n34/18393410.html>.

Los países que más evolucionaron en capacidad instalada fueron Kenia, Turquía, Indonesia, Filipinas, Italia, Alemania, Estados Unidos y Japón. El uso directo geotérmico se refiere a la extracción térmica directa para calefacción y enfriamiento, excluyendo las bombas calor. En 2014 se estima que se produjeron 73 TWh de geotermia directa. Se pronostica que el mayor sector de uso directo son las piscinas con 9.1 GWth además de los

baños públicos con capacidad de 33.2 TWh de uso. Sin embargo, esta categoría es difícil de cuantificar debido a los diferentes métodos de operación

Según la UPME, desde el 2007 hasta el 31 de diciembre de 2017, se habían registrado un total de 1.081 proyectos para generación eléctrica con distintos recursos no renovables: biomasa, generación eólica, solar, hidráulica y térmica. De esas 1.081 iniciativas, solo 444 estaban vigentes al comenzar el 2019. Y entre los proyectos que están vigentes, el 76% se encuentra en la fase 1. Únicamente el 6% están en fase de operación.



Figura 8-7 UPME . Informe de gestión 2018

9. METODOLOGÍA

Para el logro de los objetivos propuestos se emprendió una investigación en función de los siguientes criterios: nivel de la investigación, diseño y propósito. Desde el punto de vista del nivel de la investigación, este proyecto es de tipo descriptivo, porque permite retratar la situación actual de las energías limpias en Colombia, sin modificar la realidad existente ni incorporar ninguna variable (Arias, 2012). Según el diseño de la investigación, este es un proyecto de investigación documental que requerirá de la revisión de las fuentes bibliográficas disponibles, secundarias y terciarias, generales y específicas, relacionadas con el tema de las energías limpias (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Desde el punto de vista del propósito se trata de una investigación aplicada que busca poner al día el estado del arte del tema de las energías limpias y las políticas públicas existentes para incentivar su desarrollo y aplicación.

La revisión bibliográfica incluirá bases de datos, páginas web, informes técnicos y literatura relacionada, entre otras. Con base a esto, se realizará una búsqueda bibliográfica exhaustiva en las fuentes documentales y bases de datos más destacadas como Science Direct, Scielo y Redalyc, entre otras. También se utilizó el buscador Google Académico y se revisaron informes técnicos y publicaciones realizadas por empresas del sector petrolero. Para realizar la búsqueda bibliográfica se utilizaron palabras claves como energías limpias, energía fósil, combustibles fósiles, sector petrolero, sostenibilidad ambiental, problemas ambientales y contaminación, entre otras. Adicionalmente, se consideraron otras fuentes de información como periódicos, diarios y semanarios.

En la Tabla 8-2 se presentan los métodos de búsqueda que fueron aplicados para el logro de cada uno de los objetivos específicos propuestos.

Objetivos Específicos	Categoría de Análisis	Métodos
1) Describir las diferentes formas de energías limpias desarrolladas a nivel nacional e internacional.	Gestión ambiental, Sostenibilidad, Sector minero.	Búsqueda de información bibliográfica proveniente de bases de datos reconocidas como Google Académico, Scielo y Redalyc, entre otros. Revisión de la bibliografía disponible sobre las ventajas de la implementación de SGA en el sector minero colombiano.
2) Analizar el grado de desarrollo de las energías limpias en Colombia.	Planificación, Implementación, Funcionamiento, Revisión y Certificación.	Revisión de las Normas ISO 14001 para conocer el proceso que debe realizar una empresa para implementar un SGA efectivo y eficiente.
3) Presentar las principales políticas públicas asociadas con la adopción de energías limpias en el país.	Obstáculos o inconvenientes: Recursos económicos, Falta de certificaciones, Falta de Gestión Administrativa, Falta de conocimientos relacionados con los SGA.	Búsqueda de información bibliográfica proveniente de bases de datos reconocidas como Google Académico, Scielo y Redalyc, entre otros. Revisión de bibliografía disponible sobre las dificultades que se han presentado en las empresas colombianas para la implementación de los SGA.

Tabla 9-1. Metodología aplicada para cada objetivo específico. Fuente: Elaboración propia

10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los hallazgos obtenidos como resultado de la investigación documental realizada.

6.1. Grado de desarrollo de las energías limpias en Colombia.

Las energías renovables son de gran importancia para el medio ambiente, toda vez que utilizan energía proveniente de la naturaleza, que se renueva todos los días, como el caso de la energía solar. Esto ayuda al cambio climático porque se baja la producción de CO₂. A diferencia de otros sistemas de gran generación, como las plantas termoeléctricas que funcionan con carbón, con quemas o similares, una planta fotovoltaica presenta cero contaminaciones al producir energía, siendo amigable con el medio ambiente, mitigando los efectos del cambio climático. (<https://www.elheraldo.co/barranquilla/asi-funcionan-las-energias-renovables-en-colombia-661650>)

En la actualidad el sustento energético es un motor trascendental del crecimiento económico, de la modernidad y la transformación social para un desarrollo sostenible, ya que la energía se encuentra presente en todas fases de la actividad socioeconómica del ser humano, tanto en la producción como en el consumo. La energía es un eslabón fundamental de la estructura económica de nuestro sistema productivo, social y medioambiental. Para el caso de nuestro país, es posible estar adentrándose en una deficiencia energética debido al crecimiento demográfico, aumento en la demanda energética, el cambio climático y la falta de proyectos que incrementen la oferta energética de energías limpias (Energías Renovables Globales y Redes de Conomiento, 2017).

La energía ha sido y es, uno de los principales motores del cosmos, desde el Big Bang, esta ha moldeado un proceso evolutivo de millones de años que dio lugar a la tierra, y en esta a los organismos hasta llegar a los seres humanos quienes en las manos de nuestros ancestros descubrieron el fuego con el que impulsaron los cimientos de las civilizaciones, es así como desde la antigüedad, la energía ha sido protagonista infaltable de la conquista humana, y en ese trasegar, ha descubierto combustibles que han dado desarrollo al mundo, pero que también ha llevado a guerras y devastaciones. Hoy se revalúan muchas formas de obtención de energía como las provenientes de los fósiles que desprenden de su uso, una gran cantidad de partículas contaminantes, algunas de estas que se esparcen por el aire llegando a fuentes hídricas e incluso a la atmosfera (Pérez, 2017).

Lo anterior, sumado a otras causas como el agotamiento de tales recursos y su impacto ambiental hacen que dicho modelo no sea una alternativa a futuro, y que sea un imperativo mundial, volver la mirada a la energía limpia (Estrada, 2013). Y es que con ello no solo damos pasos a la disminución de las emisiones de gases efecto invernadero, sino que además estamos gestando en las nuevas generaciones, la cultura de la armonía con la naturaleza es así como el uso de energías limpias no solo es una alternativa para el mejoramiento de las condiciones de vida de comunidades enteras, sino para el desarrollo en general del país.

Colombia ha vivido a lo largo de su historia, grandes hitos frente a la energía, desde un lento proceso de electrificación del territorio, que aún tiene lugares por cubrir, pasando por los racionamientos de energía durante finales del siglo pasado, hecho que puso en evidencia desde las crisis energéticas, hasta los actuales procesos de expansión y crecimiento de

centrales hidroeléctricas para el consumo de un país que aunque no presenta crecimiento considerable al no superar el 3 % (Clavijo, 2018), sí es vulnerable ante fenómenos geopolíticos y naturales especialmente, situación que en los sectores industrial y transporte, que acuerdo al Balance Energético Colombiano del 2015 (UPME, 2016), son los mayores consumidores de energía, lleva a un mayor consumo de la disponibilidad a cargo de proveedores de energía como el hidroeléctrico y el fósil, referenciados por sustentar gran parte de la demanda tecnológica e industrial.

Con una realidad como la esbozada, y ante el imperativo del cambio climático, las energías limpias aparecen en el escenario mundial como una alternativa de marcadas ventajas y características entre las que se destacan su posibilidad de inagotabilidad y renovación. Es preciso destacar que en países de la región que poseen condiciones similares a las de Colombia y con la posibilidad de explotación de diferentes formas de energía entre las limpias, gran parte de las investigaciones se han enfocado en la hídrica, la solar y la eólica, y si tenemos presente como lo hemos anotado, que aún el país cuenta con zonas sin energía eléctrica, podrían ser las formas alternativas de energía limpia la solución, teniendo además presente en su abanico de posibilidades, que no requieren o dependen de grandes proyectos como sí sucede con las grandes hidroeléctricas, lo que esboza una posible solución, que además empieza a generar el escenario viable para pensar en escenarios de complementariedad, y más allá de eso, de solución.

Algunos ejemplos actuales sobre implementación exitosa de energías limpias en Colombia incluyen a la Compañía Nacional de Chocolates que tiene instalado y aprovecha un sistema de paneles solares en su fábrica con 8.000 módulos y 74 convertidores que tienen

como misión generar 2.132 kWp, lo que equivale entre el 15 % y 20 % del consumo total de la empresa. Otro caso es el Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT que, con 2.820 módulos solares, genera el equivalente a 902 kWp, reduciendo en más del 10 % de la tarifa de energía y emisión de CO₂. Por su parte la Universidad Autónoma de Occidente en su sede del Valle del Cauca, posee un sistema que puede generar entre 250 y 400 kWp (kilovatio hora pico) de energía, alrededor de 14,8% de su consumo. (EPSA, 2019).

9.1 La energía hidráulica, la convencional Fuente que ha Iluminado a Colombia

Cuando hablamos de energías limpias, la mayoría de las veces hacemos referencia a diferentes formas de obtención de energía alternativa, pero no siempre nos detenemos a la premisa de considerar en los diferentes escenarios, la denominación de “fuentes convencionales” que están en el paisaje y hacen parte de la historia diaria, se trata de las hidroeléctricas, que son consideradas energías limpias por su bajo impacto ambiental en materia de contaminación, aunque como lo esbozaremos posee otros elementos que requieren atención.

Esta, la hidráulica, es hoy en Colombia, la principal fuente generadora de energía eléctrica que cuenta con gran diversidad de afluentes para grandes y pequeñas hidroeléctricas, y no solo en nuestro país, en el mundo entero sigue siendo la predominante, mientras que las naciones van comprendiendo paso a paso, la importancia de nuevas investigaciones, y el desarrollo de mecanismos y tecnologías adaptables al mundo de hoy, tal como la energía fotovoltaica y eólica. El Plan Energético Nacional es uno de los principales y recientes pasos en tal sentido. La siguiente tabla muestra la participación

hidráulica en el mercado de las formas de energía alternativas renovables para el 2013, medida en Gigavatio (GW)

Tabla 1
Principales fuentes de energía en el planeta

Tipo de Energía	Potencia	Porcentaje
Hidráulica	980	17
Eólica	275	4.8
Fotovoltaica	80	1.4
Solar Concentrada	2	0.03
Biomasa	75	1.3
Geotérmica	13	0.2
Oceánica	0.5	0.008
Total en el mundo	5700	100

La tabla 1 muestra las principales fuentes de energía renovables y limpias producidas en el mundo.

Fuente: Red de Políticas de E.R. para el siglo XXI de la AIE, Tomado de (Ahumada, 2015).

Tabla 10-1 Principales fuentes de energía renovables y limpias producidas en el mundo

“La energía es indispensable para el desarrollo económico de un país” (Cortés y Arango, 2017). Es evidente y queda claro con lo anterior, que hoy la fuerza eléctrica que mueve a Colombia a través del extenso sistema de interconexión eléctrica nacional, y suministrada por el agua en las extensas represas que se esparcen por la geografía nacional, tiene en Antioquia un claro ejemplo en subregiones como el norte y el oriente del departamento donde está instalada una imponente infraestructura de la que depende gran parte del país, y que genera, alrededor del 30 % de la energía de Colombia; sin embargo, persiste la cada vez más insertada alternativa que abre las puertas a la generación amigable y limpia, que además no dependa de fenómenos como el niño y sea competitiva frente a otras fuentes de energía como el gas natural. (UPME, 2015)”.

El mismo Plan, plantea definir a las energías renovables como un “propósito nacional” orientado hacia el desarrollo sostenible de Colombia, máxime que cada vez es más accesible, no solo por los avances en las investigaciones, sino por los costos que además requieren mayor regulación, dado que además se dan desarrollos que van bajando gradualmente los costos de dichas tecnologías, y que es pertinente compararlos con el promedio de costos de tecnologías convencionales, no solo en el corto plazo por la instalación, sino con proyecciones a largo plazo, costos de operación y vida útil de los proyectos.

Las grandes generadoras hidroeléctricas han sido cuestionadas por la huella ambiental que dejan durante su construcción, no obstante, su proceso de generación es limpio y no se puede depender solo de energía eólica o solar. El abastecimiento energético demandado por el hombre va incrementando cada año y según la Agencia Internacional de la Energía (AIE) este consumo aumentará hasta un 70% para el 2040. (Colombia y el camino hacia las energías limpias – Juan Camilo Quiceno Ramirez Artículo El Mundo 2018)

En este escenario comenzó a realizarse un comparativo entre todas las fuentes emisoras del fluido eléctrico; partiendo de un paralelo que enfrenta a las energías no renovables convencionales con las energías renovables no convencionales. Científicamente está comprobado que la generación energética a través de hidrocarburos libera emisiones atmosféricas, principales causantes del calentamiento en el globo que preocupa a la comunidad internacional. Por esta razón, las energías limpias emergen como la alternativa para disminuir los impactos ambientales durante el abastecimiento eléctrico.

Mucho se ha cuestionado recientemente en Colombia la creación de grandes centrales hidroeléctricas por los señalados efectos negativos que tienen estas obras en las

áreas sobre las que se construyen. Sin embargo, expertos en el tema aseguran que todos los mecanismos generadores traen afectaciones y es prácticamente imposible que una Nación dependa exclusivamente de sistemas eólicos o solares.

Según el director de planeación de generación de EPM, Santiago Villegas, las centrales hidráulicas ofrecen diversas bondades, entre ellas, el aprovechamiento de un recurso inagotable como el agua y una producción inocua, pues no contaminan. Resaltó que en el territorio nacional se ha privilegiado este sistema por la abundancia del preciado líquido, una ventaja que según la ingeniería debe aprovecharse. Aunque reconoció que los impactos de estas centrales se manifiestan durante su construcción, cuando se da forma a los embalses para represar el agua.

Una vez identificadas las energías limpias implementadas en Colombia se procede a definir las variables comunes entre ellas, un insumo categórico para realizar el comparativo objeto de este trabajo. En el capítulo anterior se reconocieron de manera coincidente las variables de Costo de producción, Tiempo de vida útil e Impacto ambiental. Teniendo en cuenta la determinación de dichas variables a continuación, se presenta la interpretación de cada una de ellas, lo que nos permiten comprender mejor el comparativo objeto de esta investigación.

Variable costo de producción. Evaluar el costo de producción de proyectos de energías limpias es importante para la eficiencia en la producción energética, aun sabiendo que son fuentes de energía conocidas y estudiadas desde hace muchos años, debido que aún se investigan muchas tecnologías que pueden optimizar el rendimiento de las energías limpias, para así reducir los costos de producción, mejorando la calidad de vida de los

usuarios y generar un desarrollo sostenible en el ciclo de la producción, medio ambiente y usuarios. Todo esto conlleva a disminuir costos para los consumidores, pues así el ahorro de energía compensa otros costos adicionales por implementación de tecnologías eficientes energéticamente, pues al reducir el uso de energía, se aporta a una solución para que sean menores las emisiones de gases de efecto invernadero y la pobreza mundial. En diversos sectores se considera que la eficiencia energética y la energía renovable son pilares gemelos de la política del desarrollo sostenible y prioritarios en la jerarquía energética del desarrollo sostenible.

Variable tiempo de vida útil. Tener en cuenta la vida útil, es una variable importante ya que, con la implementación de nuevas plantas de generación de energía limpia, la vida de las centrales eléctricas genera estabilidad económica en zona de impacto y la posibilidad de emprendimiento de nuevos proyectos tecnológicos y desarrollo sostenible en la región.

Variable impacto ambiental.

El Impacto Ambiental, es una variable importante ya que aporta información sobre los efectos que tiene esta fuente de energía y en qué cantidad de emisiones de CO₂ disminuyen en el medio ambiente. Debido a los constantes cambios climáticos y la sobrepoblación mundial es de vital importancia buscar formas alternas de producción de energía para que las siguientes generaciones tengan como vivir y que no suceda lo que está pasando en ciudades con alta densidad demográfica donde la contaminación es tan grave que, si no se realizan acciones inmediatas para mitigar los impactos ambientales; los habitantes tendrán que salir a las calles con máscaras y con filtros por la contaminación del aire.

10.1 La energía Eólica en Colombia

La vida cambia, y con ella es necesaria la transformación y evolución en el planeta, así la búsqueda de nuevas formas de aprovechamiento de fuentes de energía es un imperativo humano que lleva a la transición energética, definición que puede darse y se resume en los cambios que se generan en los modelos de generación y aprovechamiento de la energía en un entorno determinado, y que dicho cambio o adopción incide en otras áreas como los recursos de dicha sociedad (UPME, 2015). La referenciada transición es un hecho en marcha y que se motiva entre múltiples causas tanto orgánicas como sociales, además por realidades como el cambio climático y la afectación ambiental que entre otros requiere la disminución del dióxido de carbono (CO₂). Las energías limpias, que tienen dentro de las principales características que son renovables y no generan efectos negativos considerables para el medio, están cada vez más entrando en el debate y análisis como una alternativa mundial frente a las energías convencionales, y para nuestro país el debate cobra especial sentido, máxime que Colombia presenta altos riesgos de sufrir desabastecimientos y apagones en los próximos años de no lograrse culminar exitosamente los actuales proyectos de generación de energía a través de hidroeléctricas (Contraloría General de la República, 2018).

El potencial eólico de Colombia presenta claras ventajas “Regiones en donde se han investigado, como en el departamento de la Guajira, han sido clasificados vientos de clase 7, cercanos a los 10 metros por segundo (m/s). Colombia tiene un potencial estimado de energía eólica de 21GW solamente en el departamento de la Guajira (lo suficiente para satisfacer casi dos veces la demanda nacional de energía). Sin embargo, el país solamente

ha instalado 19.5MW en energía eólica, explotando 0.4% de su potencial de energía eólica” (IPSE, 2011, p.XX).

En Colombia, rutas como la trazada desde la Unidad de Planeación Minero Energética, instancia del Ministerio de Minas y Energías a través del Plan Nacional Energético: contextos y estrategias 2006 – 2025, plantea el desarrollo de una amplia gama de fuentes no convencionales de energía para la electrificación especialmente en zonas rurales. Que aún no cuentan con electricidad.

Colombia se posiciona en la actualidad como uno de los países con mayor riqueza para la generación hidráulica, eólica y solar tanto a nivel global como en Latinoamérica. Como se ha mencionado, actualmente, la matriz de generación de energía eléctrica del país está distribuida aproximadamente en un 70% en generación de energía hidráulica a través de grandes y pequeñas centrales, lo que la hace una matriz limpia, compuesta por recursos renovables como el agua, y menos contaminante que el común de matrices energéticas a nivel mundial, al no poseer una alta dependencia de recursos fósiles para la generación de energía, los cuales son los mayores generadores de emisiones de CO₂ a la atmósfera, denominados GEI (Gases de efecto Invernadero), que tienen grandes efectos al incrementar la temperatura del planeta. El aproximadamente 30% restante, lo constituyen fuentes de energías no renovables. Es preciso referenciar que la disponibilidad del recurso hídrico se ve influenciada en parte por eventos climatológicos como los fenómenos del Niño y de La Niña. Es por ello por lo que Colombia ha definido una serie de políticas energéticas con las cuales se pretende garantizar de manera continua el abastecimiento de la demanda energética y se propicie la implementación de modelos de generación de energías limpias

con las que se complementarían el sistema energético, especialmente para hacer frente a las épocas de menor generación hidráulica.

Tabla 2 <i>Matriz energética de Colombia</i>		
ENERGÍAS LIMPIAS	CAPACIDAD EN MV	PORCENTAJE
HIDRAULICA	11846,20	68,28%
TÉRMICAS	5326,20	30,70%
EÓLICA	18,40	0,11%
SOLAR	9,80	0,06%
BIOMASA	149,00	0,86%

La tabla 2 muestra la capacidad instalada de la matriz energética de Colombia para el año 2018.
Fuente: Acogen (2020)

Tabla 10-2 Matriz Energética de Colombia

“La energía es indispensable para el desarrollo económico de un país. En consecuencia, la expansión del sector industrial, han incrementado la demanda de energía, entre tanto, la generación de energía, a partir de fuentes no limpias, impactan negativamente al medio ambiente” Cortes, y Arango, (2017). Afirman que, De la misma forma, en un trabajo sobre energías limpias y desarrollo sostenible en zonas rurales de Colombia, se concluye que, las deficiencias en la interpretación del desarrollo sostenible se originan en la fragmentación institucional del tema de la energía. Actualmente, el diseño de políticas orientadas al mejor uso de las energías limpias en zonas rurales, involucra a las autoridades ambientales, agrícolas y de la energía. Más que una colaboración conjunta, parece requerirse además de una política integrada, un rediseño institucional. Los retos comprenden la sostenibilidad agrícola del sector campesino, la promoción de iniciativas potenciales beneficiarias de las políticas globales de cambio climático, el desarrollo de la capacidad en transferencia tecnológica y en los procesos de certificación de reducción de emisiones (Pinto, 2004, p.123).

Gracias al estudio de las energías limpias se han desarrollado importantes avances en los productos derivados de ellas. El Plan Energético Nacional 2006-2025 proyecta un panorama favorable tanto en el consumo como en la capacidad de producción de nuevas tecnologías. 23 Adicionalmente, plantea que uno de los programas que se pretende incentivar está orientado a la producción de agro combustibles. Mediante el incremento de productos como el alcohol a partir de materias primas diferentes a las convencionales, dentro de las que se encuentran: maíz, yuca, sorgo, remolacha o cualquier otro tipo de biomasa de azúcar (UPME, 2007). El horizonte del biocombustible se enfoca a la producción a partir del aceite de palma hasta sustituir un 5% de la demanda de ACPM (UPME 2007). Vale la pena aclarar que, en Colombia se fomenta la producción y uso del agro combustible a pesar del gran debate existente entre el uso de energías limpias y la seguridad alimentaria, al destinar muchos de los cultivos de alimentos para la producción de energía, los impactos ambientales de los monocultivos y los conflictos por posesión y utilización de tierras.

11.1 Principales Políticas Públicas asociadas con la adopción de energías limpias en Colombia.

En Colombia, existe una ruta trazada en materia energética, que ha sido denominada Plan Energético Nacional, que, junto a un conjunto de normas emanadas por el Estado, propende por el fomento, organización y regulación del sector, así procedemos a hacer un breve recorrido.

Ley 51 de 1989: Mediante esta ley se crea la Comisión Nacional de Energía, que es el ente encargado de la planeación, contratación e investigación para el desarrollo de fuentes y

usos energéticos no convencionales, así como para adoptar la política respectiva al sector, incluyendo al eléctrico

Ley 142 de 1994: La ley 142 regula la prestación de los servicios públicos domiciliarios en Colombia, y enfatiza en la promoción de fuentes no convencionales de energía como el gas natural.

Ley 143 de 1994: Esta, la “Ley Eléctrica”, le asigna a la Unidad de Planeación Minero-Energética, la función de elaborar y actualizar el Plan Energético Nacional, que contiene los lineamientos para el desarrollo del sector energético en el país.

Ley 697 de 2001: Esta ley establece formalmente el punto de partida de Colombia hacia el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía, además incentiva la investigación y pone en cabeza del Ministerio de Minas y Energía la responsabilidad de promover y adoptar programas de energía renovable.

Ley 788 de 2002: Esta ley modifica el estatuto tributario eliminando impuestos que generen condiciones favorables para la producción de energías que ayuden a mitigar el cambio climático

Resolución 18-919 de 2010: En su artículo inicial se refiere al Plan de Acción Indicativo 2010-2015 para el desarrollo del programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de energía no convencionales.

Ley 1715 de 2014: Esta ley regula las energías Renovables no convencionales, especialmente su integración al sistema energético nacional promueve la eficiencia, oferta y demanda, resaltando su beneficio y aporte en la reducción de la contaminación. En esencia esta ley entrega herramientas para que las energías renovables puedan participar del mercado, definiendo líneas para estimular el desarrollo de las fuentes no convencionales de energía. En ese orden, la ley determina incentivos arancelarios e incentivos contables, pero

muy acorde a la esencia de esta monografía, traza unas líneas de enfoque hacia el apoyo, el estímulo y la viabilizarían de proyectos con diferentes fuentes de financiación. Cooperación internacional. Finalmente es trascendental referenciar la importancia que desde la ley se traza hacia la búsqueda de amplios niveles de eficiencia energética.

La Ley 1715 trajo consigo dos cosas fundamentales: orientar la política pública y el consumo hacia la eficiencia energética y apuntarle al desarrollo de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER) para la generación de electricidad. De este modo la ley busca alcanzar sus tres fines principales: 1) el desarrollo económico sostenible; 2) la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y; 3) la seguridad en el abastecimiento energético.

A través de un abanico de incentivos tributarios y económicos, se atrae a los inversionistas, tanto nacionales como extranjeros, a desarrollar proyectos de FNCER. Esta ley, declarada como un asunto de utilidad pública e interés social, es la principal herramienta para asegurar la diversidad del abastecimiento energético, la competitividad dentro del mercado eléctrico y la protección del medio ambiente.

Sin embargo, ella sola no es capaz de materializar todo su contenido. Se requieren de varios desarrollos normativos como decretos y resoluciones para que las empresas, los ciudadanos y el sector público puedan instrumentalizar la ley. Y en estos cinco años que han corrido, el ecosistema legal de la energía renovable ha crecido vertiginosamente.

Eso ha permitido que desde que se promulgó la ley hasta el 31 de diciembre de 2017, la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) haya recibido 329 solicitudes para certificar proyectos de FNCER. Dicho trámite no solo pasa por esta entidad, sino que hay entidades ambientales como la ANLA y tributarias como la DIAN, que también están

involucradas en el proceso. Y es imprescindible conocer sus normas para que los proyectos vean la luz.

Para que los proyectos no se pierdan en el laberinto legal se requiere, además de una institucionalidad eficaz y proactiva, un conocimiento esencial de la normatividad que rige los trámites para certificar proyectos de energía limpia. Esta infografía representa el primer esfuerzo en consolidar y divulgar esta información a un público masivo, y seguirá actualizándose en el tiempo, para que la transición energética no se quede en el papel.

11. EJEMPLOS DE ENERGÍAS LIMPIAS DE COLOMBIA

Gracias a la reglamentación de la Ley 1715, que da incentivos tributarios a las inversiones en energías renovables, por fin se consolidan grandes proyectos de energías alternativas en el país.



Figura 11-1 Granja Solar Celsia Yumbo



Figura 11-2 Proyecto EPM Jepirachi



Figura 11-3 Foto EMP Hidroituango

12. CONCLUSIONES

- La presente investigación representa un estudio del estado del arte sobre la implementación de energías limpias y renovables en Colombia, y se dejan inquietudes encaminadas a un mejor aprovechamiento, mientras se genere más investigación científica para el desarrollo y la innovación.
- Los resultados de este trabajo indican que se han desarrollado experiencias exitosas de energías en Colombia.
- Sin embargo, a pesar de la importancia de desarrollo de tecnologías limpias para el medio ambiente y de la gran cantidad de recursos con que cuenta el país, la implantación de las energías limpias en Colombia es aún muy deficiente, no le damos la suficiente importancia que en realidad debe tener. Por lo cual se considera tomar conciencia e invertir más proyectos e investigaciones que nos ayuden a reemplazar las energías fósiles que tanto afecta el medio ambiente.

13. REFERENCIAS

(7 de Marzo de 2018). Obtenido de

<https://www.ambientum.com/ambientum/energia/principales-problemas-del-uso-de-combustibles-fosiles.asp>

Enel Codensa. (2020). *¿Qué es la energía solar y cómo funciona?* Obtenido de

<https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/que-es-la-energia-solar-y-como-funciona.html>

(2017). *Energías Renovables Globales y Redes de Conomiento*. RIOHACHA : MEMORIAS .

RICO, G. (6 de Junio de 2018).

Son, M. L. (Agosto de 2020). *residuos profesional*. Obtenido de residuos profesional:

<https://www.residuosprofesional.com/contaminacion-combustibles-fosiles-muertes/#:~:text=Cada%20a%C3%B1o%20la%20contaminaci%C3%B3n%20generada,Limpio%20en%20Greenpeace%20Sudeste%20Asi%C3%A1tico.muertes/>

- [_ \(Energías Renovables Globales y Redes de Conomiento, 2017\) \(SENA\)](file:///D:/Downloads/energias_renovables_redes_conocimiento_peq%20(1).pdf)
- (P (Principales Problemas del Uso de combustibles fosiles , 2018). Disponible en:
- (RICO, 2018; RICO, 2018)
- (Son, 2020) La contaminación por los combustibles fósiles.
- Algarín, C.R., Giraldo, J.T., y Castro, A.O. (2018). Criterios en la Planificación Energética de Zonas Rurales Colombianas, *Información Tecnológica*, 29(3), en prensa
- Algarín, C.R., Llanos, A.P., & Castro, A.O. (2017). An analytic hierarchy process based approach for evaluating renewable energy sources. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(4), 38-47.
- Algarin, Carlos Robles, Omar Rodriguez (2018) Un Panorama de las energías renovables en el mundo, *Latinoamericana y Colombia*

- Arias, F. (2012): “El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica”. Caracas, Venezuela: Editorial Episteme, C.A.
- European Photovoltaic Industry Association (2014)
- Gualteros, M. V., & Hurtado, E. (2013). Revisión de las regulaciones e incentivos para el uso de las energías renovables en Colombia. Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014): *Metodología de la investigación*. (6ta. Edición). México, DF: McGraw-Hill/Interamericana Editores, SA de CV.
- Juan C. Quincero R 2018 Colombia y el camino hacia las energías limpias
- Mauricio Ochoa 2020 Energía Eólica: Un tema de alto voltaje para los wayú <https://sostenibilidad.semana.com/impacto/articulo/energia-eolica-un-tema-de-alto-voltaje-para-los-wayu/47189>
- Nelson E. Sosa 2020 Energías Limpias para un Desarrollo Sostenible en Colombia <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/34968/jmgomez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Orozco, J. M. (2013). Panorama de las energías renovables y de la eficiencia energética en América Latina. Ecuador: Universidad Católica del Ecuador.
- Pedro L. Ascu 2018 Energías Limpias Alternativas Para el Desarrollo Organizacional http://repository.ucc.edu.co:8082/bitstream/20.500.12494/6981/1/2018_energias_de_sarrollo_organizacional.pdf
- Revista Dinero (Marzo 2019): “Fracking: el verdadero dilema”.
- Semana Sostenible (Diciembre 2018): “La incertidumbre y el fracking: ¿hipotecar el presente para volver al pasado?”. Disponible en:

<https://sostenibilidad.semana.com/impacto/articulo/la-incertidumbre-y-el-fracking-hipotecar-el-presente-para-volver-al-pasado/42301>

- P (Principales Problemas del Uso de combustibles fosiles , 2018)