

Energías Limpias para un Desarrollo Sostenible en Colombia

Nelson E. Sosa & Jorge M. Gómez
Mayo 2020

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.
Antioquia
Especialización en Gestión de Proyectos

Dedicatoria

Las familias no solo son el núcleo base de la sociedad, son quienes nos motivan y permanecen a nuestro lado mientras caminamos en la conquista de las metas. A ellas dedicamos esta monografía, pues fueron muchos los momentos de sacrificio y aportes para llegar a donde se pretendía, y son esas personas con quienes compartimos vínculos de sangre y vínculos de afinidad contruidos con el amor, quienes dan sentido a los sueños que se van convirtiendo en realidades.

Agradecimientos

Es indudable que, en el paso por la Universidad, son muchas las personas que dejan huella de múltiples maneras, algunos porque te motivan, otros te exigen, hay quienes te acompañan, existen los que te recuerdan los desafíos; cada uno va gestando y reforzando lo que te ayuda a crecer. Gracias a todos ellos, y reconocimiento especial a quienes con su experiencia acompañan este proceso al señor director de Trabajo de Grado Arley Humberto Rodríguez y al señor Jurado Diego Germán Martínez Delgado.

Abstract

Currently, energy sustenance is a transcendental engine of economic growth, modernity and social transformation for sustainable development, since energy is present in all phases of the socio-economic activity of human beings, both in production and in consumption. Energy is a fundamental link in the economic structure of our productive, social and environmental system. In the case of our country, it is possible to be entering an energy deficiency due to demographic growth, increased energy demand, climate change and the lack of projects that increase the energy supply of clean energy.

Colombia has a great wealth of renewable energy resources, such as sun, water, wind, and organic waste from animals and plants, even so, it is not among the first countries in Latin America to take advantage of clean and renewable sources.

Another important factor that must be kept in mind in the generation of energy is global warming, which, through the combustion of fossil sources and other emissions of Greenhouse Gases (GHG), contributes to the increase in Earth's temperature. Therefore, there must be sustainable development based on the generation of clean energy, with corporate and environmental social responsibility.

Through this research, we will obtain bases on how clean and renewable energies are being implemented in Colombia, and concerns will be left for better use, while urging that more scientific research be generated in this regard.

Resumen

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 está 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.

A través de la presente investigación, obtendremos bases sobre la manera como se están implementando las energías limpias y renovables en Colombia, y se dejarán inquietudes encaminadas a un mejor aprovechamiento, mientras se insta a que se genere más investigación científica al respecto.

Palabras clave: Energías limpias, desarrollo sostenible, responsabilidad social empresarial, deficiencia energética, calentamiento global, crecimiento demográfico, crecimiento de la demanda energética, gases de efecto invernadero (GEI), factores ambientales y meteorológicos, impacto ambiental

Tabla de Contenido

Abstract	4
Resumen	5
Tabla de Contenido	6
Lista de tablas.....	9
Introducción	10
Hipótesis.....	12
Objetivos	13
General	13
Específicos	13
Metodología	14
Antecedentes	15
Contexto internacional	15
Contexto Nacional.....	16
Revisión Marco Normativo para el Fomento de Energías Limpias en Colombia ..	17
Conceptualización general sobre el uso de Energías Limpias	19
Energías limpias en Colombia, un escenario de posibilidades.....	21
La energía hidráulica, la convencional Fuente que ha Iluminado a Colombia	23
Energías limpias y renovables una sinergia para el futuro.....	24
Principales Factores a considerar en la elección de Fuentes de energía limpia. ..	27
<i>La capacidad de generación.</i>	27
<i>Los costos en la implementación.</i>	27
<i>El mantenimiento y sostenibilidad.</i>	27
Comparación de las Diversas Formas de Producción de Energías Limpias Implementadas en Colombia.....	29

Definición de las variables	30
Variable costo de producción.....	30
Variable tiempo de vida útil.....	30
Variable impacto ambiental.	31
Análisis del Uso de las Energías Limpias de Acuerdo a las Variables Definidas	31
Energía solar.....	31
<i>Energía solar en Colombia.</i>	31
<i>Potencial de la energía solar en Colombia.</i>	32
<i>Tipos de energía solar.</i>	33
<i>Costos de producción de la energía solar.</i>	34
<i>Tiempo de vida útil de la energía solar.</i>	34
<i>La energía solar y el ambiente.</i>	35
<i>Ventajas de la energía solar.</i>	36
<i>Desventajas de la energía solar.</i>	36
Energía biomasa.	38
<i>Energía Biomasa en Colombia.</i>	38
<i>Potencial de la energía biomasa en Colombia.</i>	40
<i>Tipos de energía biomasa.</i>	41
<i>Costos de producción de la energía biomasa.</i>	42
<i>Tiempo de vida útil de plantas de energía biomasa.</i>	43
<i>La energía biomasa y el ambiente.</i>	44
<i>Ventajas de la Energía de Biomasa.</i>	45
<i>Desventajas de la Energía de Biomasa.</i>	46

Energía eólica.....	47
<i>Potencial eólico en Colombia.</i>	48
<i>Tipos de energía eólica.</i>	49
<i>Costos energía eólica.</i>	51
<i>Tiempo de vida útil de la energía eólica.</i>	51
<i>La energía eólica y el ambiente.</i>	52
<i>Ventajas de la energía eólica.</i>	54
<i>Desventajas de la energía eólica.</i>	55
Energía hidráulica	56
<i>Potencial Hidroeléctrico en Colombia.</i>	56
<i>Tipos de energía Hidráulica.</i>	57
<i>Costos de la generación hidráulica.</i>	58
<i>Tiempo de vida de la energía hidráulica.</i>	59
<i>Ventajas de la energía hidráulica.</i>	59
<i>Desventajas de la energía hidráulica.</i>	60
Sector residencial, un nicho potencial para las energías limpias	63
Opinión basada en Resultados.....	65
Conclusiones	70
Glosario	72
Lista de referencias.....	75
Apéndice.....	82

Lista de tablas

Tabla 1. Principales fuentes de energía en el planeta.....	23
Tabla 2. Matriz energética de Colombia: capacidad instalada 2018.....	29
Tabla 3. Cantidad de residuos de paneles solares a nivel mundial en millones.....	35
Tabla 4. Matriz DOFA de energía solar fotovoltaica.....	37
Tabla 5. Resultados preliminares de costos de generación eléctrica con biomasa.....	42
Tabla 6. Matriz DOFA energía de biomasa.....	47
Tabla 7. Cualificación del potencial eólico en regiones.....	49
Tabla 8. Matriz DOFA energía eólica.....	55
Tabla 9. matriz DOFA energía hidráulica.....	61

Introducción

El poco aumento de la capacidad energética, el calentamiento global, el crecimiento de la población, la globalización y el aumento en la demanda energética son realidades inmersas a la sociedad de hoy, así el desarrollo económico sostenible y sustentable se abre paso como una necesidad determinante para los habitantes de la tierra.

La presente, es una investigación que se inserta dentro de la amplia y creciente línea de la generación energética, especialmente las fuentes de energía limpias, su ayuda para el medio ambiente, y su incorporación a la cotidianidad, fomentando su uso. Bajo este precepto, se pretende que la sociedad se informe sobre las nuevas formas de energías limpias implementadas por el hombre para el desarrollo económico sostenible y sustentable; pese a los cambios del medio ambiente, se busca que por medio de las energías limpias se entregue bienestar, tranquilidad y calidad de vida y al ser humano y su medio ambiente.

Las energías limpias dentro de un contexto amigable hacen posible su uso en un periodo de tiempo relativamente extenso y la permanencia de un ciclo cerrado donde todos ganan mientras se facilita el uso adecuado de los recursos naturales. Se enfatiza que el uso de las energías limpias es una causa fundamental y determinante que nos permitirá vivir por más tiempo en el planeta, ya que, si los recursos naturales se agotan, habrá un exceso de la demanda energética. En la actualidad el petróleo y el carbón son los recursos naturales no renovables más utilizados para generar energía, pero si implementamos las diferentes fuentes de energía limpias que existen en el planeta, se evitaría el desgaste continuo de las fuentes de energía no renovable que quedan en el planeta, además se evitaría una crisis mundial en la deficiencia energética y el calentamiento global.

Pero todo lo anterior, el gran aporte de la energía limpia, y un paso gradual a esta forma de abastecimiento, requiere un cambio en la forma como consumimos la energía. En el presente trabajo, reconoceremos ventajas y desventajas, entre las que se cuenta, la necesidad

de un uso racional. Seguramente a muchos de nosotros nos ha sucedido que dejamos bombillas encendidas u otros artefactos prendidos mientras no se requiere. Un microanálisis, sin rigor científico, sino solo desde lo experiencial, sugiere que aún se utilizan en hogares bombillas tradicionales de tungsteno que consumen más que las ahorradoras fluorescentes, y mucho más que las bombillas de led, aún se utilizan neveras de más de 15 años que no tienen incorporados sistemas de autorregulación y uso eficiente, y se utilizan o dejan encendidos simultáneamente más de los equipos necesarios o que en realidad se están utilizando, solo por citar el tiempo bajo las duchas de agua caliente , nos da una idea de cuánto podría disminuir el consumo. Todo lo anterior, permite evidenciar que hay bajos niveles de concientización o uso racional de la energía, y que por tanto a la par de aprovechar las energías limpias, y reflexionar sobre la más pertinente a cada contexto, es fundamental un cambio de hábitos sobre su uso adecuado.

Para la realización de la monografía, pretendemos realizar una comparación técnica de los diferentes elementos como costo, beneficios y desventajas de cada tipo de energía limpia y luego realizar una confrontación o comparativo y acercarnos a comprender cuáles traerían mejores resultados a la sociedad y el planeta. La monografía es relevante, dada la necesidad de producir energías limpias que sean eficientes en los términos costo - beneficio y amigables con el medio ambiente; pero su implementación requiere cambios en nuestro modo de vida, siendo más conscientes en el uso eficiente de esta en los hogares y en nuestro sistema de comercio e industria, dejando atrás paradigmas de que, al poseer abundancia, los márgenes de racionalización disminuyen.

Entre las medidas propuestas, está la de ir sustituyendo las energías fósiles por energías limpias, debido a que no contaminan, además del desarrollo de técnicas para que las energías limpias sean competitivas, eficientes, confiables y con suministro estable, lo que requiere voluntad política, social, escolar y familiar.

Hipótesis

Dado que la generación y el aprovechamiento de las energías limpias existentes, más que una alternativa, es una necesidad para la sociedad y el medio ambiente, se generan grandes preguntas, ¿qué tipo de energía limpia sería la más adecuada de implementar, por su precio, tecnología e impacto ambiental? siendo acorde con las particularidades de Colombia, pues consideramos que las energías limpias son el camino que debe seguir la humanidad con miras al equilibrio social y del medio ambiente, para generar ciudades, campos y ecosistemas con desarrollo sostenible y amigable con el planeta. En esa línea, Colombia por su ubicación geográfica en el trópico y los Andes, cuenta con climas y ecosistemas variados con potencial y oportunidad para desarrollar energías limpias a partir del agua, el viento, el sol y los residuos sólidos como la caña de azúcar, aceite de palma, arroz y plátano.

Es necesario entonces, indagar entre todas las energías limpias, cual sería más benéfica y eficiente para ser implementada y desarrollada en el País.

Objetivos

General

Comparar las diversas formas de producción de energías limpias implementadas en Colombia, para reconocer cuales tienen mejor funcionamiento.

Específicos

Identificar las diferentes formas de producción de las energías limpias en Colombia.

Determinar variables de comparación en la implementación y uso de energías limpias en Colombia.

Generar conclusiones sobre cuáles tipos de energía limpias podrían funcionar eficientemente en Colombia.

Metodología

A partir del planteamiento de una hipótesis, este trabajo definió unos interrogantes respecto a las energías limpias y el desarrollo sostenible; a partir de los cuales inició un ejercicio investigativo de enfoque cualitativo, el cual tal como señala Sampieri, Fernández y Baptista (2014), permitiría realizar recolección de información, descripción y análisis que llevaran a aclarar esas preguntas de investigación o revelar nuevos cuestionamientos durante el proceso de interpretación.

Teniendo en cuenta los diseños básicos de la investigación cualitativa, se aborda una pregunta de investigación sobre relaciones entre conceptos de energías limpias y desarrollo sostenible, por lo que se recurre a un diseño de teoría fundamentada que permita proporcionar información sobre las categorías del fenómeno y sus vínculos (Sampieri et al., 2014). Es decir, se efectúa un proceso inductivo en el que se realiza explora el marco normativo referente las energías limpias y el desarrollo sostenible y se realizan descripciones acerca de lo que se observa en los desarrollos teóricos de diferentes perspectivas que han abordado el tema de energía limpias en Colombia; es así como se reúnen diferentes artículos científicos, investigaciones y sitios web oficiales que permiten esa recolección de información para posterior análisis de la misma.

El análisis de la revisión bibliográfica permitió identificar que las energías Limpias implementadas en Colombia son, la energía solar, eólica, biomasa e hidráulica; la energía solar y la biomasa se utiliza como autoconsumo y no es ofertada aun en la bolsa de energía en Colombia, ya que son energías muy jóvenes. Las energías limpias son utilizadas en diferentes partes del mundo, con marcadas diferencias en cuanto a su nivel de uso según los potenciales energéticos de las regiones y la tecnología implementada.

Antecedentes

Contexto internacional

En promedio el 81% de la energía que se consume a nivel mundial proviene de fuentes no renovables o fuente fósiles, frente a un 19% restante que proviene de fuentes de energías limpias y renovables. En la actualidad, estas últimas están asociadas entre otros orígenes al uso tradicional de la biomasa en aplicaciones como la combustión de leña para la cocción de alimentos y para chimeneas de calor, otro uso destacado es hidráulica para generación eléctrica. En menor medida, aunque con amplias proyecciones se aprovecha la energía proveniente de fuentes como la geotermia, el sol y la biomasa para la transformación de la energía térmica en energía eléctrica a través del uso de tecnologías más eficientes; otras fuentes son la eólica para la generación de energía eléctrica. Es preciso describir que también hacen parte del gran escenario denominado como fuentes renovables, los biocombustibles para el sector transporte y las tecnologías que actualmente están en etapas iniciales de desarrollo, tal es el caso de la energía que es producida por las mareas, el oleaje y en general del mar, y los gradientes térmicos o gradientes salínicos. (REN21, 2014).

La dependencia que hoy existe sobre los recursos naturales como el gas natural, el petróleo, el carbón e incluso los utilizados en la generación de energía nuclear y demás recursos fósiles disponibles en consideradas cantidades como abundantes pero finitas, y las coyunturas económicas y geopolíticas asociadas a su distribución geográfica y su control, han llevado a que muchos países tengan la necesidad de crear planes de transición hacia el uso de recursos energéticos renovables y de energías limpias, que al mismo tiempo sean amigables con el medio ambiente con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y por ende a la mitigación del cambio climático que hoy es una realidad. Es así como países entre los cuales se encuentra China, Alemania, España, y Estados Unidos, hoy son pioneros en el desarrollo de tecnologías eficientes para el aprovechamiento de la energía provenientes de

fuentes hidráulicas, solar, eólicas, geotérmica y de biomasa en diferentes formas, como fuentes de origen renovable que suman al proceso de transición de energías limpias y renovables. Entre tanto, países como Brasil, Estados Unidos y Alemania son líderes en el aprovechamiento bioenergético para el sector transporte (REN21, 2014), por su parte Estados Unidos, Noruega, China, Japón y la Comunidad Europea encabezan la lista de países productores de generación de electricidad con participación de fuentes renovables. (Ecomento, 2014) y (Comisión Europea, 2012). En lo que respecta a la energía térmica, países como China, Estados Unidos y Turquía lideran el aprovechamiento energético en forma de calor útil a partir de la energía solar y la energía geotérmica. (REN21, 2014).

La disponibilidad de al menos una de las fuentes renovables tales como la hidráulica, solar, eólicas, geotérmica y de biomasa en diferentes formas, que están presentes en casi cualquier posición geográfica del planeta, y la abundancia promedio de una o varias de estas fuentes en algunas regiones favorecidas, lleva a que las energías renovables y limpias represente un gran potencial energético para ser aprovechado y se incentive su desarrollo y crecimiento comercial en el ámbito de las tecnologías asociadas, tal como se ha estado realizando en las últimas décadas. (UPME, 2015).

Contexto Nacional

Colombia posee una infraestructura que le permite gozar de una matriz energética generosa, no solo en lo que se refiere a fuentes fósiles, sino también respecto a recursos renovables. En la actualidad la explotación y producción energética del país se constituye de forma general de recursos primarios de origen fósil en un 93% y de recursos primarios de origen renovables tales como la energía hidráulica en un 4% y de biomasa y residuos un 3%. De esa explotación primaria de origen fósil, el país exporta aproximadamente un 69%, principalmente en forma de carbón mineral y petróleo, y utiliza para su consumo interno un 31%; Por lo tanto, Colombia tiene el consumo energético cerca del 78% correspondiente a

recursos fósiles y el 22% a recursos renovables. Esto quiere decir que el país depende de combustibles fósiles en un porcentaje cercano al 78%, de los cuales hoy en día está en capacidad de autoabastecer y cuyos niveles de producción actuales a 2013; para el caso de carbón tenemos reservas suficientes para abastécenos durante 170 años, del orden de los 7 años para el petróleo y 15 años para el gas natural (UPME, 2015).

En la actualidad el 70 % de la energía eléctrica generada proviene de las centrales hidroeléctricas, producida en los grandes embalses. Sin embargo, este porcentaje se ve afectado por los fenómenos climáticos, para el caso de largos periodos de sequía, por lo que depender de esta fuente se ha convertido en un riesgo nacional.

Lo que implica de manera necesaria implementar la generación de energía con fuentes alternativas independientes y limpias tales como la energía eólica, solar y de biomasa para cubrir la demanda nacional.

Revisión Marco Normativo para el Fomento 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.

Conceptualización general sobre el uso de Energías Limpias

“La energía no se crea ni se destruye, solo se transforma”.

Lavoisier

El acceso a las fuentes de energía que impulsen el modo de vida contemporáneo es una necesidad actual para las diferentes actividades del ser humano; tan genéticamente está inmerso en nosotros mismos que consumimos alimentos para obtener la energía que nuestro cuerpo requiere para que se mantenga la vida.

Así, la energía está presente en el quehacer del mundo y del ser humano como parte de este. Nuestro modelo de sociedad actual da cuenta de ello, pues desde los diferentes estratos socioeconómicos se busca el acceso a la energía, sin embargo, no toda la población se interesa por conocer su procedencia, contextos y ventajas incluso de la energía limpia y sus posibilidades respecto a su lugar poblacional.

Y, es que, uno de los factores que más determina la mirada sobre el uso energético es el factor económico a corto plazo, especialmente en los países en vía de desarrollo, mucho más allá de otras consideraciones incluso de tipo ambiental, sin embargo los recientes casos de implementación de proyectos con autoconsumo de energía a partir de fuentes como el sol en la industria, pueden generar un impulso que naturalice su uso bajo la perspectiva de que si es rentable para la industria, lo puede ser a escala para los hogares que tengan las condiciones ambientales para el acceso a esta.

Ahora bien, recordemos que la generación de energía a través de fuentes hídricas es considerada limpia, y esta a su vez se agrupa en fuentes convencionales y no convencionales, las primeras como es el caso de la generada en las centrales hidroeléctricas grandes, pero las pequeñas hidroeléctricas, pueden ser consideradas no convencionales.

Todo lo anterior, sumado a un esquema normativo que si bien da pasos que incentivan la exploración de las energías limpias, aun se queda corto frente a estímulos de inversión,

pues la infraestructura desde la perspectiva del corto plazo es más costosa que la instalación de un contador de energía convencional, lo que lleva a que aunque en el largo plazo esta sea una solución rentable, podría no ser asequible para el uso doméstico en estratos socioeconómicos bajos que son en últimas un nicho importante de beneficiarios potenciales por múltiples razones, entre ellas la ubicación geográfica de sus viviendas.

Recordemos que, para la distribución de la energía en Colombia, la forma a gran escala es a través del Sistema Eléctrico Colombiano, que “consiste en una red interconectada –Sistema Interconectado Nacional- que suministra alrededor del 98% de toda la demanda. La demanda restante –Zonas no interconectadas-es suplida por pequeñas plantas de generación eléctrica que funcionan principalmente con combustibles líquidos como el diésel”. (Nieves y Hernández, 2016).

Lo anterior, permite observar un escenario en el que, se evidencia desde más sectores, la dependencia a la generación de energía a través de las centrales hidroeléctricas, las cuales además están sujetas a los cambios climáticos, y cómo la alternativa de complementariedad ha estado sopesada en los recursos energéticos provenientes de los hidrocarburos.

Hoy, existen grandes retos en materia de implementación de energías limpias, que, si bien son trascendentales, dejan ver de lado que las fuentes convencionales y no convencionales en nuestro escenario colombiano no se contraponen, pero sí se complementan, y en la actualidad y seguramente por un periodo de tiempo aún extenso, la energía hidráulica demostrará su potencial y solidez en la relación costo beneficio:

“Las energías renovables convencionales están emergiendo en el mundo... La meta trazada en 2015 fue el aumento de la participación de las energías renovables en la matriz energética de 3.5 % a 6.5 % para el año 2020”. (Nieves y Hernández, 2016).

Energías limpias en Colombia, un escenario de posibilidades

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 reevalúan 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 conversores 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).

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).

“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.

Energías limpias y renovables una sinergia para el futuro

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)

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.

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)

Aunque por su ubicación Colombia no posee estaciones, aun es preciso abundar en investigaciones que permitan generar rutas frente a un aprovechamiento mayor de la energía solar, ello debido a la intermitencia climática. “La radiación media es de 4.5 kWh/m², y el área con mejor recurso solar es la Guajira, con 6 kWh/m² de radiación. De los 6 MW de energía solar instalados en Colombia (equivalente a aproximadamente 78,000 paneles solares), 57% está distribuido para aplicaciones rurales y 43 por ciento para torres de comunicación y señalizaciones de tránsito”. (IPSE, 2011)

Para el aprovechamiento eólico, Colombia cuenta con vientos de velocidades medias que alcanzan el orden de los 9 metros por segundo, y potenciales energéticos del orden de 450.000 Terajoules por año en residuos de biomasa (UPME, 2015).

Así mismo, el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE) ha registrado 3 fuentes con potencial para generación de energía geotérmica: estos son: Azufral, (Nariño) en el Volcán de Azufral, Cerro Negro-Tuffiño en el mismo departamento y Paipa el Departamento de Boyacá. Cada una de estas con particularidades que a su vez dejan ver las ventajas y desventajas entre sí, y de acuerdo a los contextos no solo climáticos y ambientales, sino también por el tipo de demanda, y los escenarios sociales.

En Colombia que como lo anotábamos, no es ajeno a la tendencia en la investigación, desarrollo e implementación de estas formas de energía, se han dado pasos, incluso, gubernamentales desde la ley 697 de 2001, mediante la cual se impulsa el avance y utilización de energías alternativas; previa esta la ley 693 del mismo año impulsó la producción de combustibles vegetales, y existen además otros incentivos normativos que, mediante el desmonte de impuestos, promueven la utilización de energías renovables. Posteriormente la Ley 939 de 2004 abrió nuevas posibilidades a la producción y comercialización de biocombustibles de origen vegetal y animal, y las 108343 y 111144 de 2006, que legislaron sobre la mezcla del etanol con la gasolina y biodiésel con ACPM. Para referirse a la oferta y demanda de energía en Colombia, es necesario además acercarse al concepto de Seguridad Energética, que para Colombia se refiere a la satisfacción de las necesidades energéticas de manera confiable, accesible, asequible, adaptable y aceptable social y ambientalmente. (UPME y CIDET, 2017)

Aunque el uso de energías limpias no es un tema nuevo, hoy las investigaciones permiten el desarrollo tecnológico orientado hacia un mejor y más eficiente aprovechamiento

de las mismas, aunque aún quedan grandes pasos por dar, especialmente cuando el mundo ha sido testigo de los conflictos alrededor del petróleo, del debate por técnicas como el *fracking* Fracturación Hidráulica y otras formas de producción de energía entre estas la nuclear, con sus consecuentes implicaciones especialmente en cuanto al control y manejo de los residuos que de la actividad se desprenden.

Consideraciones sobre las energías limpias más acordes al contexto.

Lo primero que debemos hacer es definir el contexto, el entorno de estudio, pues entre los múltiples factores que podrían considerarse, son la oferta de la materia prima, pues no tendrá el mismo efecto un generador eólico a partir de aspas en el desierto de la Guajira que en el Valle del Cauca, y tampoco una planta de destilación de biocombustible a partir de la caña de azúcar en el Valle del Cauca que en la Guajira, por ello deben tenerse en cuenta diferentes aspectos al momento de considerar las energías limpias adecuadas para cada caso, Principales Factores a considerar en la elección de Fuentes de energía limpia.

La capacidad de generación.

Cada forma de obtención de energía estará sujeta a los ciclos u horarios de disponibilidad de la fuente, como es el caso de la energía eólica y la solar, elemento que también es vinculante al uso de la energía residencial o industrial.

Los costos en la implementación.

Es un análisis que debe partir de la relación beneficio – costo, sumado a restricciones de tiempo en la recuperación de los costos.

El mantenimiento y sostenibilidad.

Es una indagación que aportará una visión a futuro y la permanencia en el tiempo.

Transporte.

Teniendo en cuenta que los actuales procesos de distribución de energía que se dan a amplia escala tienen la posibilidad de conducir en una misma línea, amplias capacidades de

potencia y a grandes distancias, acarreando costos y generando alteraciones en el paisaje y uso del espacio por solo citar algunos, es preciso realizar una consideración amplia, y como desde las energías limpias podría darse, teniendo presente que estas soluciones se dan en la actualidad a escalas más pequeñas.

Es claro que, casi cualquier forma de generación de energía conlleva interrogantes, como lo es la premisa de nuestra dependencia actual hacia los combustibles fósiles, y ligado a ello, la consecuente cadena de efectos por las técnicas de extracción de la tierra, lo que ha traído consigo alteraciones en el medio ambiente como el efecto invernadero y el cambio climático, sin mencionar su continuo agotamiento dado que son recursos no renovables.

Entretanto el mundo se expande y la población crece, así como sus necesidades energéticas; pero también de manera simultánea el petróleo se agota, lo que no solo reafirma la necesidad de implementación de nuevos mecanismos de generación de energía, no únicamente por la disminución del petróleo, sino también por el crecimiento demográfico, por la necesidad de técnicas más limpias y con menos efectos ambientales, y además porque estamos ante un cambio social que balancea nuevamente algunos pilares del poder.

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.

Pero, entonces, el intento de una respuesta a la pregunta inicial nos lleva necesariamente a la consideración de muchas variables, pero en este caso a la elección de tres (3) que consideramos determinantes, y que se desarrollan en el próximo título para dar respuesta a los objetivos de la presente monografía.

Comparación de las Diversas Formas de Producción de Energías Limpias Implementadas en Colombia

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
Matriz energética de Colombia

ENERGÍAS LIMPIAS	CAPACIDAD EN MV	PORCENTAJE
HIDRÁULICA	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)

Definición de las variables

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.

Análisis del Uso de las Energías Limpias de Acuerdo a las Variables Definidas

De acuerdo con las variables antes definidas; se busca ahora establecer con los proyectos de energía limpias en Colombia, cuáles son sus diferencias y similitudes. Es de aclarar que las energías limpias que forman parte del comparativo son Energía Solar, Energía Eólica, Energía Biomasa y Energía Hidráulica.

Energía solar.

Aunque muchas formas de energía tienen su origen en el sol, designamos como energía solar a la forma de obtención mediante la radiación del sol, para lo cual se utilizan diferentes desarrollos tecnológicos o captadores heliostatos, células fotoeléctricas, o colectores solares con la capacidad de producción de energía eléctrica o térmica para los sectores industriales o residenciales.

Energía solar en Colombia.

Pese a diferentes posiciones, muchas contrapuestas, el cambio climático y el impacto mundial ya es una realidad inminente. El Acuerdo para el Cambio Climático realizado en

París en 2015 dejó conclusiones como la necesidad de una ruta de desarrollo económico sostenible, que incluye “el impulso a partir de energías limpias, para dejar atrás la generación a partir de combustibles fósiles, como carbón, petróleo o gas natural. (Celsia, 2018).

En Colombia, energías alternativas como la solar están captando el interés cada vez más amplio de la sociedad, el gobierno y la industria, entre otras razones por la ubicación geográfica que resulta apropiada para la irradiación del sol y la apertura a la exploración de energías limpias, incentivado normativamente por leyes como la 1715 del 2014, que abren la puerta a proyectos en diversas escalas, para el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica.

Datos de la Unidad de Planeación Minero-Energética señalan que “de las iniciativas radicadas de proyectos de energías limpias, la fotovoltaica es del 88, 3%, en donde 9 de cada 10 propuestas para generar energía, usarán paneles solares. Lo que representa un crecimiento del 32% de julio a noviembre de 2017”. (Celsia, 2018).

Índice que seguiría aumentando, si se cumplen las proyecciones de La UPME y el Ministerio de Minas y Energía que “estiman que para antes de 2030 cerca de 10% del consumo energético en Colombia va a provenir de proyectos fotovoltaicos o solares”. (FISE, 2019).

Potencial de la energía solar en Colombia.

Según el estudio sobre gestión para cadena de suministro de sistemas de energía solar fotovoltaica en Colombia y su situación actual, la irradiación de Colombia supera el promedio mundial, especialmente en “la costa Atlántica y Pacífica, la Orinoquía y la Región Central. El promedio es de 4.5 kWh/m²/d³, que supera el promedio mundial de 3,9 kWh/m²/d³, estando por encima de Alemania (3,0 kWh/m²/d)”, este último dato cobra relevancia, si se tiene presente que Alemania es el país que presenta mayores índices de aprovechamiento de dicha forma de energía.

En 2019, se dio apertura a la planta de energía renovable más grande del Colombia, con una capacidad instalada de 86,2 MW. Equivalente a un 80% de la capacidad instalada de energía solar en Colombia. El parque solar ubicado en el municipio El Paso departamento del Cesar, posee 250.000 paneles que ocupan cerca de 210 hectáreas, área que equivale a 227 canchas de fútbol. (FISE, 2019).

Tipos de energía solar.

Hoy las formas de aprovechamiento de la energía solar pueden agruparse en tres grupos que son la Energía solar pasiva, Energía solar fotovoltaica y Energía solar térmica.

La energía solar pasiva.

Es un método que se remonta a tiempos antiguos, y consiste en el aprovechamiento de la radiación solar haciendo uso de dispositivos básicos que aprovechan la ubicación y diseño de los edificios, así como sus demás componentes, incluyendo cubiertas y aplicando criterios de arquitectura bioclimática para reducir la necesidad de climatizar los edificios e instalar mayores fuentes de iluminación (Solar-energía. 2019).

La energía solar fotovoltaica.

Se transforma en corriente eléctrica continua, la cual mediante conversores se pasa a energía alterna, utilizada por gran parte de los aparatos eléctricos con conexión vía cable: lo que indica que esta puede utilizarse para suministrar electricidad a instalaciones de diversa índole como las domesticas o se puede conectar al sistema eléctrico para fines transaccionales.

La energía solar térmica.

Es también otro mecanismo de transformación y aprovechamiento energético, en el cual se utiliza la radiación solar para el calentamiento de agua a través de colectores solares, con los cuales se aumenta la temperatura, y por tanto la energía. “De esta forma es fácil

transportar la energía térmica generada y utilizarla donde se necesite, se podrá utilizar para obtener agua caliente sanitaria o para la calefacción de una vivienda” (Solar Energía, 2020).

Costos de producción de la energía solar.

“El costo de generación eléctrica con energía eólica terrestre ha disminuido alrededor de un cuarto desde el 2010, mientras que la reducción del costo de generación a partir de solar fotovoltaica ha caído en un 73% desde entonces”, según la Agencia Internacional de Energías Renovables (Irena, sf).

Según el mismo informe, se esperaba una disminución en la energía fotovoltaica del 50%, y en dos años, los proyectos más eficientes de energía eólica terrestre y fotovoltaica, alcanzarían promedios de US\$3 centavos por kilovatio hora (kWh), menos dentro de los próximos dos años, que, llevados a pesos colombianos, son unos cien pesos menos.

Es de anotar que hoy en promedio en otras fuentes de energía limpia como por ejemplo la eólica, el costo de la energía es de unos US\$4 centavos de dólar por kWh, es decir, unos 135 pesos colombianos, mientras que generar energía soportada por combustibles fósiles, se promedia entre US\$5 y US\$17 centavos por kWh., que consecuentemente sería de entre 236 pesos y 574 pesos colombianos. (América economía, 2019).

Tiempo de vida útil de la energía solar.

En la actualidad se busca una buena relación en la efectividad de la producción de la energía solar, se busca una fabricación de paneles solares con una eficiencia relativamente alta, este es un factor que cada vez se aumenta para su fácil adquisición; los promedios de vida de los paneles solares fotovoltaicos dependen los materiales y la tecnología. Aunque, el promedio de los paneles solares se estima para dos décadas, en la práctica su uso se puede prolongar hasta el doble el tiempo “algunos paneles pueden producir hasta el 80% de su producción inicial después de los 40 años. Los paneles monocristalinos y policristalinos son los que se considera que tienen mayor durabilidad” (CemaEr, 2015).

La energía solar y el ambiente.

El medio ambiente, debe ser uno de los temas cruciales cuando de generación de energía se trata, y Maxime cuando se busca que sean limpias, dada la su propia naturaleza, así entre diferentes medidas y esfuerzos está la utilización de tecnologías que tengan una amplia vida útil que disminuya la generación de desechos, Según informe de la Agencia Internacional de Energías renovables (IRENA, en inglés), dado que hay países con mayores proyectos de generación de energía, serán estos mismos los que más volumen de residuos generen. En la siguiente tabla se relacionan las cantidades estimadas de residuos acumulados en paneles fotovoltaicos para el año 2050.

Tabla 3
Cantidad de residuos de paneles solares a nivel mundial en millones

PAÍS	ESCENARIO DE PÉRDIDA REGULAR	ESCENARIO DE PÉRDIDA TEMPRANA
CHINA	13,5	20
US	7,5	10
JAPÓN	6,5	7,5
INDIA	4,5	7,5
ALEM ANIA	4,4	4,3

La tabla 3 muestra la cantidad de residuos de paneles solares en sus diferentes escenarios, por países potencias en la energía solar fotovoltaica.

Fuente: Ovacen (2018).

Para el caso de Colombia, en la actualidad no se tienen registros de desechos, ya que a la generación de energía solar fotovoltaica está en sus inicios y ningún proyecto actualmente implementado ha llegado aún al periodo de vida útil de desecho.

El cálculo sugiere que para el 2050, serán más de 60 millones de residuos provenientes de paneles fotovoltaicos los que habrá en el planeta. Hoy solamente la Unión Europea posee una normatividad expresa para su disposición. Por su parte Japón y Estados Unidos han legislado sobre el material peligroso de los paneles, pero de forma generalizada (Ovacen, 2018).

Ventajas de la energía solar.

No solo la energía solar, sino otras definidas como limpias, presentan ventajas como la disminución de efectos ambientales negativos, dicho de forma directa, no generan contaminación, o de existir, es mínima respecto a otras formas de energía.

Otra de las ventajas destacables es que es una fuente inagotable puesto que, por mucho tiempo, el sol continuará aportando energía, y aun cuando no estuviese, tampoco estarían las condiciones para la permanencia de la vida en el planeta bajo las condiciones actuales, así contamos con una fuente que es renovable.

A manera general, podemos comparar esta fuente de energía con otras que generan grandes residuos como la fósil, hoy “hasta el 95% de un solo panel puede ser reciclado y, por lo tanto, tiene consecuencias muy bajas de impacto ambiental” Celsia (2019).

El sector de energías limpias como un sector participante de la industria, genera además diversificación, empleos y optimización de recursos.

Desventajas de la energía solar.

Aunque aún hoy, los costos de instalación de la energía solar, se puede considerar altos respecto a otras modalidades, los beneficios se aprovecharán durante un lapso amplio de tiempo con una rápida recuperación de la inversión, pues a una vida útil mínima de 25 años, se aplica un tiempo para la recuperación de la inversión de 5 a 10 años.

Área de instalación extendida.

La generación de energía a partir del sol, tiene sin embargo consideraciones, como por ejemplo que requiere grandes extensiones de tierra si lo que se busca es un aprovechamiento a gran escala, puesto que los paneles deben estar expuestos directamente, lo que es manejable para lugares que dispongan de estos espacios, pero en los que no, se necesitaría dejar de utilizar grandes extensiones en otras actividades, llevando a una disyuntiva entre costo-beneficio, ello sin contar el impacto paisajístico que pueda generarse.

Baja eficiencia.

Aún no se logra compensación o el desarrollo de tecnologías en paneles solares que mejores la competitividad o volumen requerido en algunos sectores para hacerlo atractivo, pues frente a diversas alternativas de generación de energía explotadas, estos apenas alcanzan a generar en promedio un tercio de lo que otras aportan.

Discontinuidad del recurso e incapacidad de grandes acumulaciones.

Sin lugar a duda, los desafíos para el aprovechamiento de energía directamente del sol siguen siendo grandes. El mayor problema aún está en análisis, y es que el sol solo está durante una parte del día, pero el consumo se requiere casi en cualquier momento, lo que genera inconvenientes y mayores costos al precisar de baterías que acumulen tal energía (Erenovable, 2018).

Tabla 4
Matriz DOFA de energía solar fotovoltaica

Fortalezas	Debilidades
Una baja inversión inicial respecto a las energías eólicas y de biomasa. Energía especial para zonas rurales, donde no existe una red eléctrica convencional. Crea puestos de trabajo y fomenta el crecimiento en las zonas rurales.	Inversión considerablemente alta en comparación con el tiempo de recuperación que puede llegar a ser de más tiempo que el periodo de vida útil de los equipos. Alto costo de la producción de energía. Se necesitan grandes espacios para cultivos dedicados a la biomasa. No es una energía firme. Las condiciones actuales del mercado financiero se convierten en una barrera a la entrada de las energías limpias.
Oportunidades	Amenazas
Producción de energía a partir del aprovechamiento fotovoltaico. Existen y pueden generarse mayores incentivos tributarios para promover las tecnologías limpias. Ampliar la capacidad de la matriz de generación eléctrica en Colombia. Sustitución de la generación eléctrica convencional por energías limpias.	Inadecuada perspectiva ambiental debido al método habitual que se usa para fabricar los paneles. Altos costos de implementación y mantenimiento.

Los precios de producción eléctrica de las tecnologías limpias están descendiendo rápidamente.

La tabla 4 muestra fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la energía fotovoltaica

Fuente: Construcción propia

Energía biomasa.

Como axioma inicial en la naturaleza la gran mayoría de los seres vivos entre estas las plantas y los animales que están en nuestro hábitat, dependen de la energía que reciben del sol, el aire y el agua como sustento diario y primordial para vivir. Por su parte, las plantas transforman y almacenan la energía solar; este tipo de energía puede ser utilizada para producir electricidad, combustibles, químicos o servir de alimento para otros seres vivos. Las plantas, animales y los seres humanos al recibir la energía que reciben del sol o al morir, producen residuos orgánicos que mediante un proceso de descomposición generan gases; ciclo que se repite continuamente, lo que asegura que la energía de la biomasa esté disponible permanentemente y que con un manejo adecuado se logre un verdadero autoabastecimiento energético.

La energía biomasa se puede definir como cualquier tipo de material proveniente de organismos vivos tales como bosques, vegetación, selvas, cultivos acuáticos, cultivos dedicados, bosques naturales, residuos agrícolas, desechos animales, desechos urbanos e industriales de origen orgánico que se pueden utilizar para producir energía o como materia prima para la biomasa. (UPME, sf).

Energía Biomasa en Colombia.

De todas las formas de producción de energías renovables y limpias la biomasa es la que mejor se aprovecha, ya que representa un consumo energético del 14% a nivel mundial; en estudios preliminares para el caso de Colombia se tiene la existencia de los siguientes datos de los diferentes residuos generados:

Bagazo de la caña.

Se estima una producción anual aproximada de 7.5 millones de toneladas, gran parte del bagazo de caña se emplea para producir energía en forma de calor. La potencia instalada de los sistemas de calderas para la cogeneración con bagazo de caña se estima en 25 Mw.

Cascarilla de arroz.

Se producen más de 457.00 toneladas al año; los primeros productores de este tipo de biomasa son los Santanderes, Llanos Orientales y la Costa Atlántica.

Los residuos orgánicos que se utilizan para funcionen los sistemas de biogás, se encuentran en granjas o fincas; estos son los más comunes y eficientes:

Residuos de origen animal.

Residuos de estiércol y orín de ganado porcino, vacuno, aves, equino, etc.

Residuos generados del procesamiento de vegetales.

Son residuos que provienen de la producción del café, del fique, de la cabuya, del almidón de yuca, de la producción de caña de azúcar, etc.

Otros materiales de residuos.

Son residuos cuya composición debe ser evaluada, ya que puede afectar y alterar el funcionamiento del sistema; debido a que son residuos industriales orgánicos que provienen de la industria de bebidas, piscícolas, de papel y textiles, de hatos, etc. y excrementos humanos.

Conociendo el tipo de material de desecho por utilizar, la cantidad y calidad de dicho material, se puede calcular la producción de biogás. Para el caso de desechos de origen animal, las cabezas necesarias para producir un m³ de biogás que es equivalente producir 2.2 kilovatios hora de energía eléctrica, es necesario, 5 a 6 cabezas de ganado porcino, 2 o 3 cabezas de ganado vacuno, ó 90 a 100 aves.

Para el caso de Colombia con una planta de energía biogás puede producirse Energía térmica para estufa de gas, energía mecánica en un motor de explosión, producción alterna de fertilizantes e iluminación para lámpara de gas y, entre otras más aplicaciones. (CorpoEma, 2010).

Potencial de la energía biomasa en Colombia.

Colombia por su situación en el trópico, posee ventajas comparativas a otros países en cuanto a la producción de materia prima para la biomasa, y su potencial es suficiente para satisfacer la demanda energética de nuestro país; no obstante, dada la baja densidad energética de los residuos orgánicos, los costos de transporte de los insumos materias primas a las plantas de procesamiento y demás elementos asociados a la generación de energía, hacen que esta opción no sea económicamente viable en la actualidad; lo que hace necesario una búsqueda a la eficiencia energética de la biomasa, por esta razón, es importante establecer nuevas tecnologías para aumentar la densidad energética y viabilizar parcialmente proyectos de sustitución de combustibles fósiles por biodiesel y gas. El potencial utilizable de energía calórica de biomasa en Colombia es aproximadamente de 429.19 PJ por año. (CorpoEma, 2010). Este potencial se puede dividir en 3 categorías:

Residuos Agrícolas de los Cultivos.

Residuos de la caña de azúcar, de la palma africana, de la caña panelera, el café, el maíz y el arroz con un total de energía calórica de 312 PJ/año.

Biomasa Residual Pecuaria (BRP) del sector bovino, y otros como el porcino y avícola para un total de energía calórica de 177 PJ/año

Residuos Sólidos Urbanos (RSU): de plazas de mercado, de centros de acopio y poda para un total de energía calórica de 0.19 PJ/año. (CorpoEma, 2010).

Tipos de energía biomasa.

La energía biomasa a pesar de su gran variedad y calidad, se puede clasificar en cuatro tipos materias primas de la siguiente manera:

Biomasa Sólida: es un tipo de energía, la cual tiene se aprovechamiento eléctrico y térmico de materia orgánica de origen animal, vegetal y de los cultivos energéticos, en los que las especies cultivadas tienen un propósito encaminado en la producción de energía o cultivos dedicados como materia prima para generación de energía, residuos producto de labores de poda a gran escala, cosechas y residuos de cultivos en invierno.

Biogás: es un tipo de energía obtenida mediante los procesos de fermentación anaeróbica de la materia prima orgánica generada por bacterias, en ambientes carentes de oxígeno. Así la desgasificación de los residuos puede ser de manera natural en vertederos o inducida en los biodigestores, considerados en su momento como una manera de producir gas combustible a partir de desechos orgánicos y además también para el reciclado de nutrientes para la obtención de fertilizantes de alta calidad.

Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos Urbanos (FORSU): para este tipo de residuos se hace énfasis en la gestión del proceso para producción de energía que se da en las siguientes etapas:

Prevención o reducción de producción de residuos sólidos desde la casa;

Recuperación de residuos por medio del reciclaje, la reutilización y la recolección o cualquier otro proceso que permita extraer materias orgánicas primas secundarias;

Uso de residuos orgánicos como fuente de energía;

La utilización de residuos sólidos en la producción de energía evita la generación de gases de efecto invernadero mediante la sustitución de combustibles fósiles y evitando que gran parte de emisiones de metano lleguen a vertederos.

Biocarburantes, los combustibles líquidos cuyas propiedades les permiten sustituir la

gasolina en su totalidad o por lo menos en un porcentaje considerable. (Quintero, J. Quintero L, 2015).

Costos de producción de la energía biomasa.

Para determinar los costos de producción de energía biomasa, es un tema complejo debido a la variabilidad regional de los costos de producción, suministro de materias primas y las amplias tecnologías de conversión de biomasa. Los factores principales que afectan a los costos de producción de bioenergía son los siguientes:

El costo de la tierra a cultivar y el rendimiento de los cultivos dedicados a la producción de energía biomasa.

El transporte de los recursos de la biomasa, las distancias, el medio de transporte y el despliegue (y oportunidad) de las tecnologías de pretratamiento de la cadena referente a todo el ciclo de producción de la energía biomasa.

La densidad energética, la escala de conversión, los factores de eficiencia de la planta, la producción y los costos finales de conversión (en la planta de producción). Estas premisas claves varían entre las tecnologías y los lugares de producción.

Tabla 5
Resultados preliminares de costos de generación eléctrica con biomasa

Tecnología	Combustión		Gasificación	
Potencia eléctrica	1 Mw	10 Mw	40 Kw	440 Kw
Rendimiento global (%)	15	25	35	35
Vida útil (años)	20	20	20	20
Biomasa consumida (t/año) (b.s.)	9.784	58.706	336	3.700
Área Requerida (ha)	1223	7338	42	463
Costo biomasa en planta (Kcop/t)	66	61	159	88
Inversión (Kcop)	9.490.950	60.893.880	166.223	1.060.300
Producción eléctrica neta	5957	59568	252.288	2.775.168
	(Mwh/año)	(Mwh/año)	(Mwh/año)	(Mwh/año)
VNA (Kcop)	881.909	66.271.351	(368.843)	967.862
TIR (%)	7	28		21
Costos nivelados (Kcop/Kwh)	338	263	465	223

La tabla 5 muestra los ítems del costo de producción de la energía biomasa
Fuente: CorpoEma (2012)

Contextualizando y verificando un promedio actual de los costos de producción de la energía biomasa para el caso de Colombia que es un país que está empezando a incursionar en las nuevas tecnologías de generación de energías limpias y renovables, es rico en cultivos especialmente dedicados para la energía biomasa; por lo tanto, se puede decir que el valor promedio del costo de producción de energía biomasa es de 350 COP/Kwh.

Tiempo de vida útil de plantas de energía biomasa.

La producción de energía a partir de biomasa cobra un papel transitorio y relevante en el abastecimiento energético y cooperación en el desarrollo sostenible de comunidades rurales y más aún para zonas no interconectadas (ZNI) en países poco industrializados. El uso de la biomasa en la producción de energía eléctrica crea oportunidades de emprendimiento y desarrollo en estas comunidades, lo que les permite aumentar sus posibilidades de calidad de vida y nuevas oportunidades de crecimiento, con el fin de generar un mejor bienestar social.

Las tecnologías implementadas para la producción de la energía biomasa, están en capacidad de proveer energía limpia de una forma sostenible con emisiones netas cercanas a cero de gases de efecto invernadero (GEI).

El tiempo de vida útil de una planta de generación de energía a partir de la biomasa, es la vida útil económica de esta tecnología, el cual es un aspecto muy importante para evaluar el costo-beneficio que tendrá a corto y largo plazo, de esta manera se evalúa la factibilidad de la inversión. Este factor no muy claro para el caso de Colombia, ya que es una energía joven, en exploración y con nuevos proyectos de implementación con tecnologías más eficientes, para la cual no se tiene datos históricos y de proyectos de energías limpias donde se pueda documentar el tiempo de vida útil de las plantas de energía de biomasa. Pero como dato de registro de otros países donde se tiene implementado el sistema de biomasa, se puede decir que la biomasa tiene un tiempo de vida útil de 25 años a 40 años dependiendo la antigüedad de la planta ya que las más nuevas tienen mayor expectativa de vida que las antiguas.

La energía biomasa y el ambiente.

Las energías limpias y renovables se consideran, desde diferentes entornos como una energía amigable con el medio ambiente y con desarrollo sostenible, es decir, producción de energía con un bajo agotamiento de los recursos naturales y que en cierta medida nos aparta de la dependencia de los combustibles fósiles; con el uso de las energía limpias se puede llegar a cero emisiones atmosféricas de gases de efecto invernadero y en general, bajos impactos a los recursos naturales como el agua, aire, la tierra; suelo, flora y fauna. Para el caso de la producción de energía a partir de biomasa que es renovable, ya que tiene un ciclo cerrado de la energía solar y los seres vivos, comparte algunas características con los combustibles fósiles, tales como la producción de biodiesel y gas en su proceso de biomasa.

Los biocombustibles pueden ser almacenados, transportados y permiten la generación de calor y energía como una característica esencial de la biomasa. Una característica en común con los combustibles fósiles son el impacto ambiental de las bajas emisiones al aire, considerado el aspecto más importante en la etapa de conversión. Dado a la acidificación, el calentamiento global y la erosión del suelo, se debe realizar un análisis previo, criterio relativo que depende de cada analista o ingeniero; por lo que la zona de influencia y las preferencias puede cambiar con el tiempo. Cuando se habla de los impactos ambientales referenciados de experiencias en otros países, se debe ser cuidadoso en su análisis, pues cada proyecto presentará condiciones diferentes.

Desde otra perspectiva, la biomasa en su proceso de producción energética se caracteriza por tener un alto contenido de oxígeno y un bajo contenido de carbono y compuestos volátiles, estos últimos están formados por cadenas largas del tipo C_nH_m , y la presencia de carbono (C), monóxido de carbono (CO) e H_2 , elementos que concentran en gran parte el poder calorífico de la biomasa, el cual depende en gran parte del tipo de materia

prima orgánica considerada y el contenido de humedad. Así normalmente estos valores del poder calorífico de la biomasa se pueden dar en base seca o húmeda. (Muñoz y Ortiz., sf).

Es importante destacar que la producción de energía a partir de la biomasa no aporta al aumento de los gases de efecto invernadero (GEI), dado que tiene un balance en las emisiones de Carbono a la atmósfera, es decir es neutro, ya que el Carbono generado en la combustión de la biomasa es reabsorbido mediante la fotosíntesis a través del crecimiento de la vegetación necesaria para la producción energética y, por lo que no aumenta la cantidad de carbono presente en la atmósfera; por lo cual no contribuiría al efecto invernadero del planeta, exceptuando los casos donde relación de liberación de dióxido de carbono a la atmósfera sea superior a la de producción de biomasa, es decir que dióxido de carbono generado no sea reabsorbido por la vegetación y llegue a la atmosfera. Para el caso del monóxido de carbono se debe asegurar que la combustión sea completa para evitar la formación de este gas. Es alentador que la cantidad de azufre presente en la producción de la biomasa se encuentra en bajas cantidades y para el caso del nitrógeno presente en la biomasa se debe quemar a temperaturas lo suficientemente elevadas para evitar que este reaccione con el oxígeno de la atmósfera. (Muñoz y Ortiz., sf).

Ventajas de la Energía de Biomasa.

Es una energía que tiene la gran posibilidad de generar una transición de las energías fósiles o convencionales a las energías limpias y renovables.

Es una energía de fuente renovable y limpia, baja en emisiones de dióxido de carbono y azufre al medio ambiente.

Controla el factor de riesgo de incendio, por su producción de materia prima controlada para la biomasa y por ende un control y reducción de las plagas e insectos

Energía alternativa frente a los combustibles fósiles, ya que se tiene la posibilidad de producir biodiesel y biogás, insumos energéticos indispensables para industrialización de un país.

Contribuye a la cultura del reciclaje y al desarrollo sostenible de comunidades rurales, debido a la generación de empleos y la calidad de vida.

Promueve una mejor calidad de vida para los pobladores en las zonas rurales y de implementación.

Desventajas de la Energía de Biomasa.

Alto costo en la logística por el abastecimiento de la materia prima, sobre todo en temas como el transporte.

Puede esparcir sustancias tóxicas en el ambiente cuando no se tiene un equilibrio de lo que se produce y lo que se reabsorbe por la vegetación.

Utilización de cultivos de vegetales comestibles y cambio de tierras y cultivo para la biomasa

Se necesita buscar implementar biomásas más eficientes, con un potencial energético que aumente la eficiencia calórica, ya que en la actualidad se tienen materias primas con una eficiencia menor que otras fuentes de energías.

Alteran los precios de productos básicos y primarios.

Se necesitan grandes espacios para cultivos dedicados a la biomasa.

Altera los ecosistemas.

Tabla 6
Matriz DOFA Energía de Biomasa

Fortalezas	Debilidades
<p>Los biocombustibles se pueden transportar y almacenar. No contribuye al aumento de los gases de efecto invernadero. Energía especial para zonas rurales, donde no existe una red eléctrica convencional. Crea puestos de trabajo y fomenta el crecimiento en las zonas rurales. Se puede utilizar como biocombustible.</p>	<p>Tiene un bajo poder calorífico. Altas inversiones iniciales. Alto costo de la producción de energía. Se necesitan grandes espacios para cultivos dedicados a la biomasa. Alto costo de la producción de energía por la logística de la materia prima.</p>
Oportunidades	Amenazas
<p>Manejo de residuos urbanos y rurales derivados de la agricultura. Implementar convenios con empresa e instituciones que desechan grandes cantidades de residuos. Existen incentivos tributarios para promover estas tecnologías. Ampliar la capacidad de la matriz de generación eléctrica en Colombia. Sustitución de la generación eléctrica convencional por energías limpias. Ampliación de la matriz eléctrica en Colombia</p>	<p>Presencia de emisiones atmosféricas por la combustión. Altos costos en su implementación y mantenimiento. Cultivos destinados a la biomasa.</p>

La tabla 6 muestra fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la energía Biomasa

Fuente: Elaboración propia

Energía eólica.

La energía eólica es aquella que está presente como energía cinética producida por las corrientes de aire o el viento. Para el aprovechamiento energético del viento es esencial realizar una valoración energética del recurso disponible en una localidad y una caracterización de su comportamiento. Las estimaciones del recurso eólico se basan en algunas estrategias útiles como son la colección de información de manera empírica, anemómetros totalizadores, por factores de correlación, o por adquisición de datos en tiempo real. La información empírica se recoge con base en visitas realizadas al lugar, donde se examinan las características de topografía y vegetación y se indaga el conocimiento de los habitantes de la región con el fin de obtener información valiosa en la identificación de lugares con altos niveles de velocidad de viento. Por ejemplo, la constante incidencia del

viento en los árboles a lo largo del tiempo, o sobre la vegetación, hace que estos crezcan inclinados en la dirección predominante desde donde sopla el viento.

Análogamente, la presencia de algunos molinos de viento, instalados en años atrás, dan un verdadero indicio de que el lugar es apropiado para el uso de corrientes de viento, básicamente para profundizar en su evaluación. Es claro que la información empírica recogida a través de los años no permite conocer un valor aproximado de velocidad promedio anual del viento, pero sí permite prospectar sitios para evaluación futura del recurso.

Potencial eólico en Colombia.

Con un estudio de una aproximación del valor cuantitativo del recurso eólico en el país, permite establecer que las zonas o regiones cuentan con las mejores corrientes de aire para el aprovechamiento de este recurso energético. Las escalas planteadas y estudiadas están normalizadas en una superficie de rugosidad plana, estableciendo la velocidad del viento en metros por segundo (m/s) a 10 metros de altura. El potencial de la energía eólica se expresa como densidad de potencia en vatios por metros cuadrados (W/m^2), a una altura determinada donde las corrientes de vientos son considerables y adecuadas. La siguiente Tabla muestra el potencial medio a 50 m de altura, las regiones y las áreas totales disponibles en el país con ese potencial. También se ha calificado el potencial de acuerdo con su mérito para la generación de energía eléctrica. De acuerdo con lo anterior, existe un potencial extraordinario por desarrollar principalmente en La Guajira y en menor grado, en otras regiones del país. Suponiendo una densidad conservadora de 4.9 Mw/km^2 , entonces el potencial instalable para la generación con energía eólica sería de 99 Gw, en donde los recursos más promisorios para la generación de electricidad estarían ubicados principalmente en la costa atlántica. (UPME, 2002-2006)

Tabla 7*Cualificación del potencial eólico en regiones de Colombia.*

Cualificación	W	Rango densidad a 50 m (W/m²)		Densidad media (W/m²) a 50m	Área Estimada (km²)	Regiones
Bueno	41.0	343	512	428	8344	Alto de la Línea, Chicamocha, zona costera departamento Atlántico, región entre Boyacá y Antioquia Zona costera departamento Atlántico, Guajira, Alto La Línea y San Andrés
Excelente	33.5	512	29	621	6818	Guajira Alta
Sobresaliente	14.5	729	1000	865	2962	Guajira
Extraordinario	5.6	1000	331	1166	1134	Guajira Alta
Extraordinario	4.7	1331	728	1530	959	Guajira Alta
TOTAL	99.2					

La tabla 7 muestra la cualificación del potencial eólico en Colombia en sus diferentes regiones con corrientes de aire considerables.

Fuente: IDEAM-UPME tomado de (CorpoEma, 2010)

Si bien esta es una importante aproximación, hoy se requiere de proyectos que estudien y conozcan a fondo el potencial eólico, no solo en el presente, sino con proyección al futuro, considerando factores como las tendencias, desarrollos, avances tecnológicos, redes de transmisión, acceso a la región, respuesta y confiabilidad al ingresar al Sistema de Interconexión Eléctrica Nacional, así como la proyección del sector.

Tipos de energía eólica.

La energía eólica se obtiene del viento, gracias a que las corrientes de aire tienen energía cinética que se convierte en diferentes tipos de energía eólica para uso determinado, de las cuales tenemos las siguientes.

Aerogeneradores.

La energía eólica, para la producción de energía eléctrica. Estos dispositivos parecen molinos de viento a una mayor altura con tres aspas; estas son movidas por la energía cinética del viento, que transmiten el movimiento al generador que convierte la energía cinética en energía eléctrica. Estos grandes aerogeneradores se encuentran normalmente de eje horizontal y fueron creados en 1980 en Dinamarca. No se puede utilizar de manera particular por el alto costo de su diseño, construcción y tecnología, estos son instalados en parques eólicos que permiten integrar la energía a sistemas regionales de transmisión regionales o nacionales.

Generación eléctrica eólica.

Bajo el nombre de turbinas eólicas o aerogeneradores, es una maquina electrica que funciona convirtiendo la energía cinética o energía mecánica del viento a través de sus hélices y producir energía eléctrica. En general, son máquinas rotativas de diferentes tipos, tamaños y conceptos, en los que el dispositivo de captación tipo rotor está unido a un eje.

Las plantas de generación eléctrica con sistemas eólicos a gran escala se denominan parques eólicos. Estos son lugares en donde se instalan varios aerogeneradores y se conectan para suministrar energía eléctrica que puede ser interconectada a una red.

Molinos de viento.

Este tipo de energía cinética es utilizada para moler granos. Los molinos de vientos existen de diferentes tipos, que pueden utilizar la energía del agua como un molino hidráulico, la energía de animales como molinos de sangre o incluso pequeños molinos de mano como los molinillos de café. Los molinos de viento son de gran volumen y las aspas son movidas por la energía cinética del viento o corrientes de vientos considerables, que son transmitidas a cilindros que convierten el grano en harina.

Molinos de bombeo.

Son llamados “molinos” por su gran parecido con los molinos de viento; que, utilizando la energía cinética del viento en sus aspas, transmiten el movimiento a un conjunto de engranajes en forma de vaivén permite extraer el agua para el consumo o riego de cultivos.

Veleros.

Este tipo de energía cinética del viento son utilizadas por embarcaciones que con sus velas captan el viento para su desplazamiento en lagos, rios o mares.

Costos energía eólica.

El costo de energía producido en las instalaciones eólicas se deduce de un cálculo bastante complejo. Para su evaluación se deben tener en cuenta diversos factores entre los cuales se destacan: 1. El costo inicial o inversión inicial. El costo del aerogenerador representa aproximadamente el 60 a 70% de la inversión total. En Europa, el costo medio de una central eólica es de 1,000 Euros por kW de potencia instalada, lo que puede variar desde 1,250 €/Kw para máquinas con unos 150 kW de potencia, hasta 880 €/Kw para máquinas de 600 Kw; 2. Debe considerarse la vida útil de la instalación (aproximadamente 20 años) y la amortización de este costo; 3. Los costos financieros para el proyectista; 4. Los costos de operación y mantenimiento (pueden variar entre 1% y 3% de la inversión). (Máximo, 2009).

Tiempo de vida útil de la energía eólica.

La vida útil de un aerogenerador y su respectivo prolongamiento; dependen del tipo de tecnología implementada, lugar de construcción y fabricante. Normalmente se habla de 20 años, pero se pueden diseñar para que tiempo de vida útil sea de 30 años o más sin problemas con técnicas de mantenimiento adecuada.

Es un tema básicamente de dimensionamiento de la tecnología de sus componentes frente a cargas extremas y de fatiga y por tanto, de costos.

Una vez diseñados para una determinada vida útil de los aerogeneradores, estos se certifican de forma mayoritaria según normativa, IEC-61400-1, GL, u otras certificaciones

pertinentes. La certificación de vida útil de aerogenerador comprende la revisión del diseño, el proceso productivo y la comprobación contra un modelo real, ensayos en prototipos. El objetivo de la comprobación es refrendar que el modelo de máquina está diseñado para soportar 20 años o los que determine la prueba, en operación bajo una envolvente característica de viento, que se cataloga en clases cuantitativas, dependiendo de la velocidad media y extrema del viento; y subclases dependiendo de la intensidad de turbulencia. Este parámetro IT tiene especial influencia ya que provoca ciclos de carga dinámica o fatiga, que generan daño acumulado en componentes y que, por tanto, reduce su vida remanente. La IT efectiva es una suma de la IT ambiental, principalmente dependiente de la orografía, y de la IT del parque, provocada por las estelas de vientos de aerogeneradores vecinos. Si el viento real en el emplazamiento sobrepasa los límites de la clase y/o subclase para velocidad y turbulencia, la máquina estará operando por debajo de los márgenes de seguridad. (Energías renovables, 2020).

La energía eólica y el ambiente.

Para considerar el impacto ambiental sobre el medio ambiente de los aerogeneradores en los lugares de construcción de la energía eólica, se deben considerar en este tipo de instalaciones los impactos provocados por las hélices, las estructuras de mantenimiento, equipo eléctrico asociado y por las respectivas líneas eléctricas. Para muchos de los casos, los efectos provocados por estos elementos asociados al aerogenerador son más dañinos para el medio ambiente que los derivados del mismo aerogenerador. Por lo tanto, se debe enfatizar en los siguientes conceptos para realizar un análisis ambiental.

El Paisaje.

Cada vez más se considera un factor ambiental de primer orden, el paisaje o lugar donde se construyen las plantas de generación eléctrica eólica, es el elemento ambiental sobre el que más impacta este tipo de energía. Los tamaños de hélices y los molinos no han dejado

de aumentar, incrementando la visibilidad de los parques desde grandes distancias. A esto se suma que los aerogeneradores por sus características de altos rendimientos casi siempre coinciden con zonas de alta visibilidad.

Para este caso se busca que el impacto ambiental en paisajes degradados por la construcción de parque eólicos se busca articular una serie de recomendaciones para minimizar el impacto, tales como la elección de los colores de los molinos o la disposición geométrica o simétrica de los aerogeneradores. De este modo no es posible parámetros deseables, dado que cada caso en particular requiere su análisis detallado.

La Flora.

Se debe evitar la implementación de parques eólicos en espacios naturales de especial interés. La presencia de especies de vegetación protegidas es también un factor limitante para construcción de los parques eólicos y es preferible elegir lugares de poco impacto ambiental, ya que es muy costosa las medidas correctoras para su desarrollo. Estudios de previos de vegetación, es en muchos casos es determinante. De igual modo y en gran medida se deben preservar también linderos de las parcelas, al ser un nicho ecológico importante dentro de los ecosistemas rurales.

La Fauna.

Las aves son la fauna que más impacto o afectación tienen en la construcción de los parques eólicos. Por lo que es importante un correcto emplazamiento de los parques lejos de las rutas migratoria, lo que es importante un estudio previo para la ubicación de los aerogeneradores para evitar sus efectos nocivos sobre las aves.

El Ruido.

Al tener los aerogeneradores un engranaje o reductores mecánicos para que su movimiento se constante dependiendo de la velocidad del aire; estas partes mecánicas hacen un ruido notable por los pobladores aledaños a los parques eólicos; como en los casos

anteriores la correcta ubicación de los parques evita las molestias ocasionadas por el ruido. factor limitante para construcción de los parques eólicos y es preferible elegir lugares de poco impacto de ruido, ya que es muy costosa las medidas correctoras para su desarrollo y de difícil aplicación debido a la altura a la que están situadas las aspas.

Los Suelos.

Las estructuras y el mantenimiento de los aerogeneradores producen un impacto de erosión sobre los suelos, como un factor ambiental de poca relevancia en cuanto se ejecuten las medidas necesarias para mantener la capa vegetal sana de las zonas ocupados por el parque eólico, una vez finalicen las labores de diseño y construcción. Esta implementación ambiental evita que en parques situados sobre pendiente se produzcan pérdidas importantes de suelo y se ocasione la erosión. (Allpe, 2019).

Ventajas de la energía eólica.

La energía eólica tiene su origen en procesos atmosféricos debidos, en última instancia, a la radiación solar, por lo que es un recurso natural renovable.

No produce emisiones atmosféricas ni residuos contaminantes.

La energía eólica está disponible en casi todo el planeta.

Puede instalarse en espacios no aptos para otros fines, como zonas desérticas, laderas o en la costa; así como también puede convivir con otros usos del suelo, como ganadería o ciertos cultivos.

Crea puestos de trabajo en las zonas de implementación y en las zonas de instalación.

La energía solar es una solución para zonas rurales apartadas evitando la necesidad de conectarse a redes de suministro de energía eléctrica.

La instalación de los aerogeneradores a distintas alturas compensa la producción de unos y otros, logrando una producción estable.

Los parques eólicos pueden ocupar poco espacio de terreno, y éste se puede restaurar fácilmente en caso de tener que renovar el territorio.

Contribuye al desarrollo sostenible.

Es una energía barata, de bajo coste y su precio es bastante estable, por lo que puede competir en rentabilidad con otras fuentes energéticas tradicionales.

Desventajas de la energía eólica.

Debido a la falta de seguridad en la existencia de viento, la energía eólica no puede ser utilizada como única fuente segura y continua de energía eléctrica.

Si la velocidad del viento es superior puede causar daños en el eje y la producción se ve disminuida, por lo que requiere un sistema de control y desconexión.

Para distribuir la energía eléctrica desde los parques eólicos, se requiere la construcción de líneas de alta tensión que sean capaces de conducir el máximo de electricidad que genere la instalación.

Los parques eólicos tienen un impacto ambiental, visual sobre las zonas de influencia y bastante ruido las 24 horas de día, el cual se está reduciendo con los nuevos diseños.

Tabla 8
Matriz DOFA Energía Eólica

Fortalezas	Debilidades
Cero emisiones de GEI a la atmosféricas. Puede ser consumida en zonas rurales donde no existe una red eléctrica convencional. Energía especial para zonas rurales, donde no existe una red eléctrica convencional. Crea puestos de trabajo y fomenta el crecimiento en las zonas rurales.	Corrientes de viento estable y continua. Inversión inicial muy costosa con dificultad de ser recuperada en menos tiempo del periodo de vida útil de los equipos. Necesidad de altas inversiones iniciales No es una energía firme y segura.
Oportunidades	Amenazas

Producción de energía a partir del aprovechamiento eólico.	Gran impacto ambiental para fauna y aves, por sus rutas de migración.
Regiones con gran capacidad de viento continuo.	Gran impacto visual y ruido, debido a la cantidad y enorme de aerogeneradores que funcionan las 24 horas del día.
Existen incentivos tributarios para promover estas tecnologías.	Altos costos de implementación y Mantenimiento.
Ampliar la matriz de eléctrica en Colombia.	
Sustitución de energías convencionales por energías limpias y no renovables.	
Ampliación de la matriz eléctrica en Colombia.	

La tabla 4 muestra fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la energía Eólica

Fuente: Elaboración propia

Energía hidráulica

La energía hidráulica es el aprovechamiento de la energía cinética generado por el potencial hídrico de las corrientes de agua, es decir por caídas o saltos. Es una forma de energía muy aprovechada a través de la historia de la humanidad y en diferentes procesos como molinos hidráulicos, producción de energía eléctrica, sistemas de riego, etc.; puede transformarse en numerosas otras formas de energía útil. Se considera una energía segura, renovable y limpia, dado que el agua que se utiliza no se agota.

Potencial Hidroeléctrico en Colombia.

Colombia ha sido clasificada, como el cuarto país en el mundo con capacidad hidráulica. Según las estadísticas, Colombia tiene un caudal en los principales ríos de 52.075 m³ /s y un área total de 1.141.748 km². En cuanto a hidroelectricidad en proyectos grandes, según el Inventario de Interconexión Eléctrica S.A. -ISA-, se cuenta un potencial de 93.085 MW con unos inventarios de 308 proyectos mayores de 100 MW. De este potencial se han instalado 7.700 MW. Según el Plan Energético Nacional - PEN-, en pequeñas Centrales Hidroeléctricas, se ha estimado un potencial global de 25.000 MW instalables, de los cuales según inventario del Programa Nacional de Energías No Convencionales y de estudios adelantados por la Universidad Nacional de Colombia, se han construido 197 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, con una capacidad instalada aproximada de 168,2 MW. A pesar de contar con este gran potencial, en proyectos grandes sólo se ha explotado un 8,27% y en

PCHs el 0,67%. En la actualidad varias organizaciones regionales y empresas del sector financiero se encuentran en la fase inicial de desarrollar portafolios de proyectos de PCHs. (CorpoEma, 2010)

Tipos de energía Hidráulica.

La energía hidráulica no tiene evolución en los principios básicos, las tecnologías han desarrollado nuevos mecanismos para optimizar el rendimiento, existiendo, hoy en día, diferentes tipos de turbinas que son utilizadas de acuerdo a la altura del salto de agua, para el caso de Colombia se utilizan las turbinas más comunes tenemos.

Turbina hidráulica eléctrica.

Una turbina hidráulica es una máquina que transforma la energía potencial por la caída del agua en energía mecánica de rotación, la cual es transformada normalmente transformarla en energía eléctrica. La energía del agua puede ser por la caída en un salto de agua o por la propia corriente de agua; cuando el líquido pasa a través de su mecanismo, los alabes o cucharas de la turbina sufren una presión por la caída del agua que las impulsa y hace que la turbina gire. En la actualidad existen tres tipos de turbinas hidráulicas más comunes en Colombia para la generación de energía eléctrica.

Turbina Kaplan.

Es una turbina del tipo axial que, además, tiene la particularidad de variar el ángulo de las palas mientras funciona. Se consideran turbinas de reacción, diseñadas para ser usada en saltos de agua pequeños, pero con caudales grandes.

Turbina Pelton.

Es una turbina con flujo transversal, con admisión parcial con agujas de inyección. Tiene cucharas en vez alabes. Se considera una turbina de acción, diseñadas para saltos de agua grandes, pero caudales pequeños.

Turbina Francis.

Es una turbina para flujo mixto y de reacción, es decir se puede ubicar en el punto de inflexión de trabajo de la turbina Kaplan y Pelton, trabaja con saltos y caudales medios; tiene un rodete con alabes con diseños elaborados que permiten el cambio de los ángulos de las paletas durante el funcionamiento. (Torres, sf).

Molinos hidráulicos.

Este tipo de energía potencial es utilizada para moler granos. Los molinos hidráulicos son de gran volumen y las ruedas son movidas por la energía potencial del agua de cascadas o ríos, que son transmitidas a cilindros que convierten el grano en harina.

Costos de la generación hidráulica.

Los costos de producción de la energía eléctrica son complejos de calcular, por la cantidad de factores constantes o variables; pudiera parecer de fácil apreciación y calculo, considerando que la energía hidráulica es una tecnología madura con respecto a las demás energías limpias y que en Colombia aproximadamente el 70% de energía generada proviene de la hidráulica, la cual tiene un valor que oscilo durante el año 2018, el precio de la energía en bolsa fue estable, teniendo su punto más alto a mitad de marzo cuando fue de \$212 por kilovatio hora. El valor del precio de bolsa promedio ponderado para el año 2018 fue de 117.55\$/ kWh. Durante 2019 ha tenido un alza y este mes llegó a los \$326 por kilovatio hora. (LR, 2019).

Por otro lado, obtener energía hidráulica supone un gasto aproximado de unos 50 euros por megavatio hora según indica la Asociación Empresarial Eólica (AEE), que cita un estudio de la Dirección General de Energía de la Comisión Europea y de Ecofys.

El estudio mide el costo nivelado de electricidad, un indicador utilizado para comparar costes unitarios a lo largo de la vida económica de diferentes tecnologías para la producción de energía, en ausencia de los riesgos asociados al mercado o a la tecnología.

Según los resultados y sus respectivos análisis, el coste de la electricidad producida a partir de energía hidráulica es aproximadamente 50 euros por megavatio hora (Mwh).

(Expansión, 2015). Por lo anterior en Colombia se tiene un valor promedio del costo de la energía con respecto al valor que arroja el costo de nivelación de electricidad en la actualidad se asemeja a los precios de Colombia.

Tiempo de vida de la energía hidráulica.

Las plantas de energía hidráulica tienen una vida útil, la cual puede variar de 30, 60, 45 hasta 150 años, según el tipo, la construcción y el tamaño de la presa de otras variables ambientales que son determinantes para su duración como la erosión y la sedimentación, variables que pueden reducir considerablemente la vida útil de la presa y en su defecto el tiempo de servicio de la planta de generación de energía hidráulica.

Es de aclarar que la vida útil de la tecnología implementada en la planta de energía hidráulica no siempre es la misma de la vida útil económica de todo el conjunto, ya que en algunos casos la producción de energía hidráulica puede ser económicamente rentable.

Ventajas de la energía hidráulica.

La energía hidráulica tiene ventajas, así como también desventajas (más adelante) ya analizadas con registros experimentales y científicos que desde tiempo atrás, han analizado sus diferentes variables y que datan de más de 140 años de historia.

Es una energía limpia.

la producción de la energía hidráulica no conlleva la generación de residuos de ningún tipo de desechos físicos ni químicos, así como gases de efecto invernadero.

Es una energía renovable.

Depende de un ciclo cerrado del agua. Por otro lado, además de ser una energía renovable la energía hidráulica se constituye como una energía limpia.

La energía potencial del agua se puede almacenar.

Ya que la energía eléctrica es fundamental en todas las actividades de la vida social e industrial, su uso no conlleva un posible agotamiento del recurso gracias al ciclo del agua, siempre va a estar disponible para su producción de energía eléctrica.

Es una energía confiable y estable.

La energía hidráulica cuenta con una gran ventaja, ya que la producción eléctrica es muy estable, a diferencia de otros tipos de energías renovables y limpias, tales como la energía eólica o solar; debido a que el agua que usa la energía hidráulica para producir electricidad procede del agua de la lluvia que ha sido almacenada previamente en los respectivos embalses. Por tanto, hay seguridad en la producción eléctrica porque hay agua almacenada.

Regula su producción gracias al flujo de agua.

Del mismo modo, además de ser una energía muy segura en su producción eléctrica, también cuenta con una producción eléctrica regulable; basta con regular el flujo de agua que se deja pasar a la casa de máquinas, con lo que se consigue que las turbinas generen energía según se requiera en cada momento.

Energía segura.

Se trata de una energía completamente segura, ya que no produce residuos contaminantes que afecten a la salud o el medio ambiente.

Desventajas de la energía hidráulica.

Este tipo de energía posee una serie de desventajas, tales como:

Dependencia a las lluvias y afectación por sequías prolongadas.

Esta es una de sus mayores desventajas; ya que depende directamente de los ciclos de lluvias y sequías. Se trata de una energía que ofrece muy buenas rentabilidades en tiempos de lluvias, pero en períodos de sequías prolongados, es necesario regular la demanda energética.

Lugares limitados para su instalación.

La energía hidráulica depende de las condiciones del terreno para ser aprovechable, lugares donde se explote al máximo la energía potencial del agua, es decir contar con una altura suficiente para que la caída del agua sea útil. Del mismo modo, se pueden instalar diferentes centrales hidráulicas en un mismo río, aprovechando la cadena hidráulica. También es necesario una orografía adecuada para la creación de las centrales hidráulicas correspondientes.

Impacto medioambiental.

A pesar de ser una energía limpia y renovable, genera un impacto considerable al medio ambiente, especialmente en los ecosistemas de los ríos. Al cortar el flujo natural del río, tiene un impacto negativo importante para la fauna y la vida ecológica del río. Todo esto debido a la construcción de un embalse, que conlleva la transformación de un ecosistema terrestre y acuático.

Alta inversión inicial.

La construcción de una planta eléctrica hidráulica y embalse respectivo conlleva a un coste inicial es muy elevado; así como bastante tiempo desde que se diseña el proyecto inicial hasta su puesta en marcha. Una vez que la central hidráulica se ha completado, la energía eléctrica que se obtiene es barata.

Tabla 9
Matriz DOFA Energía Hidráulica

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p>Nulidad de desechos químicos o físicos. Puede ser almacenada como energía potencial en los embalses. Es una energía limpia, no libera gases de efecto invernadero ni residuos tóxicos. Tiene costos bajos de producción y mantenimiento. Es una energía segura y firme.</p>	<p>Inversión exageradamente costosa Genera un impacto considerable al medio ambiente. Grandes extensiones de terreno para su construcción.</p>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS

Sustitución de la generación eléctrica convencional por energías limpias.
Fomentar la construcción de plantas hidroeléctrica a filo de agua.

Al cortar el flujo natural del río, tiene un impacto negativo importante para la fauna y el caudal ecológico del río.
En fenómenos ambientales prolongados de sequías, es necesario regular la demanda energética.
Políticas ambientales que regulan implementación.

La tabla 4 muestra fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la energía
Hidráulica

Fuente: Elaboración propia

Sector residencial, un nicho potencial para las energías limpias

“Actualmente, el sector residencial representa aproximadamente el 20 % del consumo final de energía en el país. Las fuentes con las que se satisface la demanda proveniente de este sector son mayoritariamente, la energía eléctrica que cubre cerca del 31 % del total y la leña que cubre alrededor de un 28 % de la demanda”, (UPME, 2015).

Con lo anterior, nos damos cuenta de que si bien la industria y el comercio, concentran la mayor cantidad de consumo de energía eléctrica en el país, es en los hogares donde se cumplen y desarrollan gran cantidad de las actividades con las que se puede materializar el cumplimiento de muchos de los ítems de necesidades humanas, que incluso hoy son trascendentales para el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenibles. Así las cosas, tenemos un foco de atención, que, aunque no sea el mayoritario, es esencial y forma parte de las prioridades humanas, lo que lo pone en un alto nivel de importancia, máxime si se tiene presente, el uso primordial de dicha energía el cual deja en segundo plano el entretenimiento y el ocio.

De acuerdo a lo consignado en el Energy demand situation in Colombia, en referencia al aprovechamiento de energía de forma residencial y elementos de uso frecuente “en este sector se da básicamente por la refrigeración, iluminación y cocción, siendo esta última la que ocupa el mayor porcentaje (46%), en relación con todos los factores identificados (climatización, calentamiento de agua, iluminación, entre otros)”. (DNP, 2017).

Pero al citar las energías limpias, las cuales pueden empezarse a aprovechar incluso desde pequeños sistemas, no puede dejarse de lado “La micro generación o autogeneración, es decir la producción de electricidad por parte de los consumidores también se relaciona con la gestión de la demanda, en el corto plazo esta contribuye con la seguridad de suministro, aunque en el largo plazo puede distorsionar las señales de inversión del mercado”. (Franco, Castañeda, Valencia y Bermúdez, 2015)

Sin embargo, diversos sectores están de acuerdo en que es necesario por las razones expuestas y otras más aportarle a la energía limpia, máxime en países como Colombia con condiciones aptas para la diversificación. Estudios realizados por la Agencia Internacional de Energía Renovable, sostienen que tanto los costos para generación de electricidad fotovoltaica como eólica, continuarán bajando por diversas razones entre las que se incluyen la mayor competitividad y el crecimiento tecnológico. (Benavides, Cadena, González, Hidalgo y Piñeros, 2018).

En general, la electricidad sigue siendo la pionera en aprovechamiento energético, pues” gana terreno en muchos sectores de uso final y, en 2040, representará casi un cuarto del consumo energético final; el sector eléctrico lidera el camino hacia un sistema energético sin emisiones de CO₂”. (IEA, 2015).

Opinión basada en Resultados

Los proyectos de generación de energías limpias que se implementen en zonas rurales podrían contribuir al desarrollo de las regiones implicadas en el conflicto interno; con la implementación de las energías limpias se amplía la cobertura eléctrica, la promoción y aplicación de soluciones tecnológicas apropiadas de generación de energía, capacitación en el uso adecuado de la energía.

Dar un dictamen de cual energía es mejor para implementar, teniendo en cuenta el medio ambiente y el costo de producción de la energía, sería una afirmación rápida y falta de profundización, ya que las energías renovables en su mayoría son muy jóvenes y se encuentran en desventaja ante la convencional energía hidráulica, la cual cuenta con más de 140 años desde sus inicios, tiempo en el que ha recolectado datos de estudio científicos y de diseños, la cual la hace atractiva y vigente como energía limpia y renovable, y aunque es claro que esta energía se considera limpia, sus efectos ambientales pueden llegar a ser altamente impactantes para muchas comunidades habitantes de las áreas de influencia de los embalses o en el cauce de las fuentes de agua, lo que también ha generado resistencia en algunos sectores, y que, en últimas, contribuye a la generalización de posiciones de rechazo y sesgos frente al reconocimiento de sus potencialidades

En los tiempos actuales donde la energía eléctrica es fundamental para todas nuestras tareas diarias tanto a nivel personal, social, comercial, industrial y oficial, la cual fomenta ser amigable con el medio ambiente, desarrollar sostenibilidad en comunidades tanto en el ámbito urbano y como la zona rural, generar oportunidades de desarrollo a pequeña y gran escala; es importante ser asertivos al elegir una energía acorde al entorno donde se desea desarrollar, pues ellos, debe ser compromiso de autoridades locales, nacionales, pobladores, ambientalistas, capital privado y demás interesados que pueden o no ser afectados con la implementación de energías limpias y renovables acordes. Las energías limpias desarrollan

territorios amigables con el medio ambiente, generan amplias oportunidades de desarrollo, son accesibles a todos los diferentes usuarios, por lo que es determinante tener una elección acorde al territorio y la idiosincrasia de las poblaciones impactadas. Por ende, las inversiones en energías limpias y renovables es un asunto primordial para el desarrollo sostenible el cual debe ir acompañado de eficiencia y ahorro energéticos como una cultura social, oficial e industrial. La búsqueda de soluciones innovadoras puede cambiar de manera esencial y determinante el modo en que producimos, almacenamos, transportamos y usamos la energía a nivel residencial y no residencial. Por condiciones ambientales y sociales, los combustibles fósiles deben y están en un periodo de transición hacia la energía renovable y limpia en la búsqueda de mitigar la pobreza mundial, la desigualdad, la falta de oportunidad de los pueblos y como un compromiso determinante de los gobiernos; por lo que puede ser efectuado, a corto o largo plazo, algo que depende de todos los interesados; por lo que es importante realizar estudios previos de todas las variables que forman parte de un proyecto de energías limpias y renovables, estudio que sirve para disminuir el riesgo de rechazo por parte de las comunidades impactadas, que en su mayoría de veces puede ser uno de los obstáculos hacia la generación de energía limpia; dado que algunos de los interesados les preocupa la contaminación visual, acústica y ambiental. Los paneles solares y las turbinas eólicas situados por el paisaje rural o urbanístico podrían resultar antiestéticos, riesgos pueden mitigarse o eliminarse con una mejor planificación y con la participación de las comunidades locales en la decisión del emplazamiento de los parques eólicos, la biomas, embalses y plantas de generación solar.

Uno de los retos esenciales en la implementación de energías limpias y renovables es la generación de empleos, los ingresos y la calidad de vida de las personas en el entorno geográfico de las energías limpias, que faciliten ingresos estables. En los estudios se debe tener en cuenta que las energías limpias y renovables generan desempleo en las producciones

de energía convencionales lo que puede elevar la tasa de desempleo local, por lo que es probable que las poblaciones que dependen de la producción de energías convencionales desconfíen a la hora de realizar cambios fundamentales en la economía local. No obstante, con políticas orientadas a objetivos de desarrollo sostenibles, las inversiones en nuevas capacidades profesionales de efectividad, tecnología y energía limpia y renovable puede ofrecer oportunidades económicas nuevas para comunidades, industria y el gobierno.

Es importante mantener cada vez más la eficiencia energética en la producción de energías limpias y renovables, convirtiéndose en una práctica en busca de objetivos para reducir el consumo de energía, disminuir los costos de producción de la energía y promover la sostenibilidad económica, social y medioambiental; ya que los costos de producción afectan directamente al usuario final, trasladándole los costos de utilidad al cliente y usuarios.

Entre otras acciones que debemos buscar para la continuidad y seguridad de la producción de energías limpias es el almacenamiento y transporte de energía eléctrica, ya que en la actualidad para la producción de algunas energías limpias como eólica y la fotovoltaica, no se es posible almacenar energía que le den sostenibilidad, seguridad al sistema energético nacional o regional en tiempos de poco sol y poco viento.

Este tipo de enfoque hacia el almacenamiento de la energía limpia deben ser innovadora y esencial para permitir que sea a gran escala y de forma continua. Los combustibles como el biodiésel y el gas provenientes de energías limpias son relativamente fáciles de almacenar y transportar, el cual puede utilizarse en cualquier momento. Se puede capturar la energía solar durante los meses de verano y almacenarla con baterías más eficientes que almacenen más energía y una infraestructura amplia de recarga por carretera podría, en teoría, una solución.

Respecto a los proyectos de implementación de generación de energía eólica, es recomendable realizar campañas de medición de corrientes de viento en zonas promisorias y

participar en programas de evaluación de recursos que emplean modernas técnicas de sensores remotos y refinados modelos para mejorar la calidad de la información. Actualmente hay solamente un parque eólico en el país de capacidad de 19.5 MW (Jepirachi) pero diferentes empresas adelantan campañas de medición principalmente en la costa atlántica.

La energía de biomasa es una de las mejores alternativas para aprovechar la energía de los restos o de residuos domésticos, industriales, agropecuarios, agrícolas, forestales, comerciales, urbanos, de los animales y plantas para producir energía en sus diversas formas. Sin embargo, es necesario destacar que esta no es una fuente de energía totalmente limpia, porque para su obtención se generan residuos como cenizas y gases, donde se hace necesario de implementar filtros adecuados para su debido tratamiento, pero es mejor opción ante los combustibles fósiles.

Como un ciclo cerrado de la energía, las plantas absorben la energía del sol, transforman la energía solar en química por medio del proceso de fotosíntesis; mediante el proceso de la biomasa se recupera transformándola en combustible, energía térmica y energía eléctrica de acuerdo a las necesidades de los diferentes usuarios, residenciales y no residenciales.

La implementación de biomasa para la producción de energía permite el desarrollo de áreas rurales, una nueva actividad sobre la base de un mercado con una demanda continua y sin fluctuaciones, que genera puestos de trabajo estables, bien remunerados y supone una nueva fuente de ingresos para las industrias locales que se enfocan en el desarrollo sostenible. Con la generación de empleo permite fijar núcleos poblacionales rurales, evitando algunos de los problemas sociales derivados de la migración hacia las grandes ciudades, el abandono de las actividades agrícolas, el abandono de nuestros pueblos, por falta de oportunidades y la aparición de zonas marginales y desempleo en las grandes ciudades.

Con la industrialización de las zonas rurales y el aumento de la población dan lugar a la aparición de nuevas infraestructuras y servicios en áreas rurales, como carreteras, hospitales y centros educativos. Esta sinergia genera empleos dignos y la calidad de vida a las zonas rurales y marginadas.

Conclusiones

Si bien es cierto que ambientalmente las energías limpias hoy son necesarias para la sociedad y en el desarrollo de la monografía se deduce la necesidad de su implementación, y que por su ubicación geográfica, Colombia posee un potencial significativo en cuanto al aprovechamiento de otras fuentes de energía limpia, entre estas la fotovoltaica y eólica, no es posible concluir con los insumos al alcance, que tipo de energía limpia es en términos generales, la más acorde para Colombia, dadas la variables de vida útil, precio y ambientales, pues se requeriría de investigaciones con alcances proporcionales a la magnitud de la realidad y diversidad colombiana, tal como se expone en la opinión basada en los resultados de la investigación.

Mantener desarrollos de energía limpia convencional como las hidroeléctricas, y comenzar una ruta más augusta sobre el aprovechamiento de las fuentes no convencionales, generará grandes aportes frente a la lucha del cambio climático.

Aunque hoy las energías limpias no convencionales como la fotovoltaica y la eólica, no alcanzar a presentarse como una alternativa más asequible desde el punto de vista económico frente a fuentes convencionales, sí es preciso anotar que es constante una reducción en los costos de equipos que cada vez irá equilibrando el mercado.

El desarrollo de energías limpias como la eólica y la solar, permitirán la mitigación de riesgos de desabastecimiento pues aportarán energía mientras permiten que las hidroeléctricas mantengan mejores niveles de agua en épocas de sequía, aunque hoy los costos y potencia no están en proporción al desarrollo y no compensan ni reemplazan la energía hidroeléctrica.

Hoy, no existe la experticia y conocimiento necesario en el común de la población para la operación y desarrollo masivo de sistemas de energía limpia de forma doméstica, ni una legislación lo suficientemente que estimule la financiación, por tanto, debe capacitarse y generar mayores incentivos.

En los proyectos eólicos no solo se deben tener en cuenta los altos costos para su desarrollo, sino además el trámite para obtener su licencia ambiental, que hoy es complejo.

La biomasa ofrece beneficios como propiciar el desarrollo rural y el tratamiento adecuado de residuos, en algunos casos contaminantes, o gestionar los residuos procedentes de podas y limpiezas de bosques limitando la propagación de incendios forestales. El aprovechamiento de la masa forestal residual como combustible para calderas de biomasa es una de las soluciones para facilitar el saneamiento de los bosques.

Antes de concluir qué tipo de energía limpia sería la más adecuada bajo un criterio de sostenibilidad ambiental, eficiencia y seguridad, hay que reflexionar también sobre la cultura del consumo moderado. Por tanto, una parte importante de este reto energético será el de reducir el consumo, así como también el de mejorar la eficiencia en la producción de energía y que sea segura.

Entre los retos que se necesitan implementar en la transición de energías convencionales a energías limpias, es buscar por todos los medios posibles impulsar la integración energética en la región, ya que es una manera de optimizar y utilizar los recursos disponibles de manera complementaria. La Integración energética es una forma eficiente de asegurar el suministro de forma segura y continua; ya que es un instrumento válido para la lucha juntos contra el cambio climático; más aún si se coordinan el intercambio de energías limpias no emisoras de gases efecto invernadero.

Un verdadero reto de la implementación de las energías limpias es gestionar los factores extremos eventos naturales de corto plazo, como los fenómenos de El Niño. Es indudable que el planeta ha modificado su comportamiento por nuestras acciones, lo que exige un compromiso del sector eléctrico.

Glosario

Aerogenerador: Es un generador que transforma la energía cinética del viento en energía eléctrica.

ACPM: Aceite Combustible Para Motores.

AEE: Asociación Empresarial Eólica; <https://www.aeeolica.org/>.

Ecofys: Consultor de Comercio de Emisiones de la Unión Europea, prestigiosa consultora internacional especializada en el área energética.

A filo de agua: es un tipo de generación de energía hidráulica especial en PCH, donde no se dispone de un embalse.

Ahorro de energía: Reducción de la cantidad de energía en los usos domésticos e industriales, forma de evocarse al uso racional del consumo de energía.

Biogás: Es una mezcla de hidrocarburos livianos, semejante al gas natural y está compuesto principalmente por un 60 o 70% de metano, dióxido de carbono y otros gases.

Biodiesel: Biocarburante líquido producido a partir de los aceites vegetales y grasas animales.

C: Carbono, elemento químico de la tabla periódica.

Cambio climático: Fenómeno de gran interés objeto de estudio de diversos científicos y motivo de preocupación política y social. La emisión de gases de efecto invernadero es la principal causa y ésta está muy asociada a la intervención humana.

CIDET: Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico.

CnHm: fórmula química de los hidrocarburos.

CO: Monóxido de Carbono.

CO₂: El dióxido de carbono, es un gas que se caracteriza por ser incoloro, denso y poco reactivo. Forma parte de la composición de la tropósfera que es la capa o parte de la atmósfera más cercana al planeta Tierra.

Combustible Fósil: son todos aquellos combustibles derivados del petróleo, carbón.

€: signo utilizado para representa la moneda europea denominada Euro.

Energía: Capacidad que poseen los cuerpos para realizar un trabajo en cualquiera de sus estados o formas.

Energía Alternativa: es un término que en algunos contextos se usa como sinónimo de energía limpia, energía verde o energía renovable. Se considera que una fuente es alternativa porque proviene de recursos naturales y de fuentes inagotables, entre sus características, está que, al producirlas, no contaminan.

Energía biomasa: la energía biomasa hace referencia al origen de tal energía; procede de compuestos orgánicos.

Energía cinética: Energía que adquiere un cuerpo al entrar en movimiento por aplicación de una fuerza.

Energía eléctrica: Es el resultado de la conversión de la energía mecánica, a través de un generador acoplado a una turbina.

Energía Eólica: Es la energía generada mediante el aprovechamiento la fuerza del viento.

Energía Fotovoltaica: Es una fuente de energía que genera la electricidad de origen renovable, y que se obtiene directamente por efectos de la radiación del sol.

Energía Hidráulica: es la energía generada por el movimiento del agua.

Energía potencial: Energía que adquiere un cuerpo al aumentar su altura del suelo, debido a la fuerza de gravedad, su nombre más completo es energía potencial gravitatoria.

Energía térmica: Energía interna de los cuerpos que se manifiesta externamente en forma de calor.

FC: Fuentes convencionales.

FENR: Fuentes de Energía Nuevas y Renovables

FER: Fuentes de Energía Renovables

FNCE: Fuentes No Convencionales de Energía

FORSU: Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos Urbanos.

Fracking: Es la fracturación hidráulica o estimulación hidráulica, que es una técnica para posibilitar o aumentar la extracción de gas y petróleo del subsuelo.

GEI.: Gases de Efecto Invernadero.

H: elemento químico, Hidrogeno.

IPSE: Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas.

IT: Intensidad de Turbulencia.

KWP: kilovatio pico, es la Potencia Pico máxima que genera un panel o conjunto de paneles en las horas de máxima insolación.

kWh: Kilovatio hora

Paneles Solares: son dispositivos diseñados para captar la energía proveniente de la radiación solar.

PCH: Pequeña Central Hidroeléctrica.

PEN: Plan Energético Nacional.

PJ: Unidad de medida calórica Peta (10^5) Joule.

Recursos No Renovables: son recursos finitos que al terminarse no hay forma de restaurarlo.

Radiación Solar: es el flujo solar recibido en la superficie de la tierra.

Recursos Renovables: son todos aquellos recursos que se pueden restaurar.

RAC: Residuos Agrícolas de los Cultivos.

SIN: Sistema de interconexión nacional.

UPME: Unidad de Planeación Minero-Energética.

ZNI: Zona no interconectada.

Lista de referencias

- Acogen. (2020). Capacidad Instalada en Colombia. Recuperado de <https://www.acolgen.org.co/>
- Ahumada, M. (2015). Energías renovables alternativas: Futuro sostenible para Colombia. Ed. Fedepalma. Colombia.
- Allpe. (2019). Energía eólica y medio ambiente. Recuperado de <http://www.allpe.com/documentos/energias-renovables-medio-ambiente/energia-eolica-y-medio-ambiente/>
- América Economía. (2019). Anticipan que costos de la energía solar disminuirán a la mitad para el 2020. Recuperado de <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/anticipan-que-costos-de-la-energia-solar-disminuiran-la-mitad-para-el-2020>
- Benavides, J., Cadena Á., González, J., Hidalgo, C. y Piñeros, A. (2018). Mercado eléctrico en Colombia: Transición hacia una arquitectura descentralizada. Ed: Cuadernos Fedesarrollo 68.
- Castillo, A. (2009). Proyecto de Inversión para el suministro de electricidad en las comunidades costeras de la península de Santa Elena, mediante la instalación de molinos de viento. ESPOL. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/9047/1/D-39902.pdf>
- Celsia. (2019). Todo lo que debes saber sobre energía solar en Colombia. Recuperado de <https://eficienciaenergetica.celsia.com/todo-lo-que-debes-saber-sobre-energia-solar-en-colombia/>
- Cemaer. (2015). Aprende y domina las energías renovables. Recuperado de <http://www.gstriatum.com/energiasolar/blog/2015/06/04/cuanto-duran-lospaneles-solares/>

Cemaer. (2015). ¿Cuánto duran los paneles solares? Recuperado de

<http://www.gstriatum.com/energiasolar/blog/2015/06/04/cuanto-duran-lospaneles-solares/>

Centro de Escritura Javeriano (mayo de 2019). Normas APA Sexta Edición. Recuperado de

<https://www.javerianacali.edu.co/centro-escritura/recursos/manual-de-normas-apa>

Clavijo, S. (2018). Desafíos del mercado energético de Colombia. Recuperado de

<https://www.larepublica.co/analisis/sergio-clavijo-500041/desafios-del-mercado-energetico-de-colombia-2776774>

Congreso de Colombia. (2001). Ley 693 de 2001: Por medio de la cual se dictan normas sobre

el uso de alcoholes carburantes, se crean estímulos para su producción,

comercialización y consumo, y se dictan otras disposiciones. Recuperado de

http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0693_2001.html

Congreso de Colombia. (2001). LEY 697 DE 2001: Mediante la cual se fomenta el uso

racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y

se dictan otras disposiciones. Recuperado de

<https://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/ley-697-2001.pdf>

Contraloría General de la República. (2018). Hidroituango: Gestión, decisiones y riesgos.

Recuperado de

<https://www.contraloria.gov.co/documents/20181/452120/Estudio+Sectorial+Hidroituango+24+08+2018.pdf/3d3224f6-3af0-4beb-8581-28ae73ac23bb?version=1.0>

CorpoEma. (2010). Plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en

Colombia. Recuperado de

http://www.upme.gov.co/Sigic/DocumentosF/Vol_1_Plan_Desarrollo.pdf

CorpoEma. (2012). Inversiones y gastos para la actividad de generación en zonas no interconectadas utilizando recursos renovables. Recuperado de https://www.creg.gov.co/sites/default/files/corpoema_zni_aom.pdf

Cortés, S y Arango, A. (2017). Energías limpias en Colombia: una aproximación desde la economía. *Revista Ciencias Estratégicas*, 25 (38), 375-390. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1513/151354939007.pdf>

Dinero. (2019). ¿Por qué subieron los precios en la bolsa de energía? Recuperado de <https://www.dinero.com/pais/articulo/aumento-en-los-precios-de-la-energia-en-bolsa-2019/267100>

Enciclopedia de Ejemplos. (2019). "Energía Eólica". Recuperado de <https://www.ejemplos.co/ejemplos-de-energia-eolica/>

En Colombia. (2020) Todo Sobre la Energía Solar. Recuperado de: <https://encolombia.com/medio-ambiente/interes-a/energia-solar/>

Erenovable. (2018). Energía solar, ventajas y desventajas. Recuperado de <https://erenovable.com/energia-solar-ventajas-y-desventajas/>

Energías renovables, el periodismo de las energías limpias. (2020). Eólica, extensión de la vida útil de los parques. Recuperado de <https://www.energiasrenovables.com/eolica/que-20-anos-no-es-nadaa--20160614>

Enersinc y DNP. (2017). Situación de la demanda energética en Colombia. Recuperado de <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Energia/MCV%20-%20Energy%20Demand%20Situation%20VF.pdf>

EPSA. (2019). Todo lo que debes saber sobre Energía Solar en Colombia. Recuperado de <https://eficienciaenergetica.celsia.com/todo-lo-que-debes-saber-sobre-energia-solar-en-colombia/>

Estrada, C. (2013). Transición energética, energías limpias y energía solar de potencia.

Revista Mexicana de Física, 59 (2), 75-84. Recuperado de

<http://www.redalyc.org/pdf/570/57030971010.pdf>

Expansión. (2015). La eólica y la hidráulica tienen los costes más bajos para las nuevas centrales. Recuperado de

<https://www.expansion.com/empresas/energia/2015/05/25/5562fb2646163fdd1c8b4583.html>

FISE. (2019). Colombia y su gran potencial para la energía solar. Recuperado de:

<https://www.fise.co/noticias/enlaces-de-interes/ArtMID/1537/ArticleID/67/Colombia-y-su-gran-potencial-para-la-energ237a-solar>

Franco, C., Castañeda, M., Valencia, A. y Bermúdez, J. (2015). El trilema energético en el diseño de políticas del mercado eléctrico. Ed. Universidad nacional de Colombia

Genneia. (2013). Estudio de Impacto Ambiental Para la Construcción y Funcionamiento de la Ampliación Parque Eólico Rawson – Per III. Obtenido de Chubut Gobierno Superando límites. Recuperado de

<http://www.chubut.gov.ar/porta1/wporganismos/ambiente/wpcontent/uploads/sites/8/2015/05/EIA-Ampliacion-Parque-Eolico-RawsonCorreccion-Rev031.pdf>

Genneia S.A. (2013) - Gestionar los inventarios de los vehículos de reparaciones y las herramientas. Recuperado de

https://www.academia.edu/18408432/EIA_Ampliacion_Parque_Eolico_Rawson_Correccion_Rev02_respuesta

Instituto Tecnológico de Canarias, S.A. (2008). Energías renovables y eficiencia energética.

Recuperado de <https://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>

- IEA. (2015). Panorama mundial energético. Recuperado de <https://webstore.iea.org/download/summary/224?fileName=Spanish-WEO-2015-ES.pdf>
- IPSE. (2011). Energía Eólica, En línea. Recuperado de http://www.renenergyobservatory.org/uploads/media/presentation_jairo_benavides_3_02.PDF. Visitado 18 de marzo de 2019
- Máximo, C. (2009). Proyecto de Inversión Para el Suministro de Electricidad en las Comunidades Costeras de la Península de Santa Elena, Mediante la Instalación de Molinos de Viento. Obtenido de Escuela Superior Politécnica del Litoral - ESPOL: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/9047/1/D-39902.pdf>
- Ministerio de Minas y Energía. (2006). Plan Energético Nacional. Recuperado de <https://bdigital.upme.gov.co/bitstream/001/1051/2/Pen%202006.pdf>
- Mis Energías. (2020). Las energías renovables. Recuperado de <https://misenergias.jimdofree.com/>
- Moreno, P. (2013). energía eólica: ventajas y desventajas de su utilización en Colombia. Recuperado de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10602/monograf%c3%ada.pdf%20?sequence=1>
- Ovacen. (2018). Qué haremos con todos los paneles solares cuando terminen su vida útil. Recuperado de <https://ovacen.com/paneles-solares-vida-util/>
- Pabón, M y Castillo, M. (2016). Monografía de investigación sobre el potencial que tiene Colombia para la implementación de energías no convencionales. Recuperado de https://repository.cesa.edu.co/bitstream/handle/10726/1602/TG_432.pdf?sequence=2&isAllwed=y

- Pérez, M. (2017). Externalidades Ambientales. El colombiano. Recuperado de <http://www.elcolombiano.com/opinion/columnistas/externalidades-ambientales-CD6423598>
- Pérez, E y Agudelo, F. (2017). Monografía sobre la implementación de energías alternativas en Puerto Carreño, Vichada. Recuperado de <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/13758/1/18256626.pdf>
- Quintero, J. Quintero L. (2015). Biomasa: métodos de producción, potencial energético y medio ambiente. Recuperado de <http://revistasdigitales.uniboyaca.edu.co/index.php/reiv3/article/download/109/108/>
- Quiroga, B. (2017). Beneficios obtenidos y potenciales por el desarrollo del proyecto del Parque Eólico Jepirachi ubicado en el departamento de la Guajira. Recuperado de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16460/> Quiroga Bernal Solar Energía. (2020). Energía Solar. Recuperado de <https://solar-energia.net/>
- Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). Metodología de la Investigación edición). Recuperado de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Torres, E. (2014). Investigación en pequeñas centrales en Colombia. Recuperado de <http://www.unilibre.edu.co/revistaingeniolibre/revista-12/ar9a.pdf>
- Twenergy. (2019). Desventajas de la energía solar. Recuperado de <https://twenergy.com/energia/energia-solar/desventajas-de-la-energia-solar/>
- Umbach, F. (2008). El papel central de Asia-Pacífico y de China en la demanda global de energía. Recuperado de <http://www.anuarioasiapacifico.es/anuario2008/pdf/economia3.pdf>

UPME. (sf). Energías renovables: descripción, tecnologías y usos finales. Recuperado de <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Iluminacion/CarFNCE.pdf>)

UPME. (2015). Integración de las Energías Renovables no Convencionales en Colombia. Bogotá 2015. Recuperado de http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf

UPME. (2015). Plan Energético Nacional Colombia: Ideario Energético 2050.

UPME y CIDET. (2017). Seguridad energética para Colombia. Recuperado de <http://www.cocier.org/modulos/uploads/INAqolGT0iSeguridad%20Energetica%20para%20Colombia%20CIER%202017.pdf>

UPME. (2015). Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia. Recuperado de http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf

Centro de Escritura Javeriano. (2019). *Normas APA, sexta edición*. Cali, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, seccional Cali.

Muñoz, C y Ortiz, A.(sf). ENERGÍAS RENOVABLES. Recuperado de http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/11322/mod_resource/content/2/TP3-G2.pdf

Torres, E. (sf). INVESTIGACIÓN EN PEQUEÑAS CENTRALES EN COLOMBIA. Recuperado de <http://www.unilibre.edu.co/revistaingeniolibre/revista-12/ar9.pdf>

Apéndice

Apéndice 1: Matriz DOFA Energías Limpias

Fortalezas	Debilidades
<p>Colombia cuenta con una diversidad de climas para la implementación de las diferentes energías limpias. Colombia cuenta con una riqueza hídrica, solar, eólica y biomasa.</p> <p>Energías amigables con el medio ambiente.</p> <p>Cero emisiones de GEI a la atmosféricas</p> <p>Crea puestos de trabajo y fomenta el crecimiento en las zonas rurales donde es implementada.</p>	<p>La tecnología implementada no cuenta con la eficiencia adecuada, para ofertar un valor adecuado del kilovatio hora.</p> <p>Implementar políticas que incentiven la producción de energías limpias.</p> <p>Inversión exageradamente costosa.</p>
Oportunidades	Amenazas
<p>El Colombia cuenta con un promedio de irradiación solar es de 4.5 kWh/m²/d³, que supera el promedio mundial de 3,9 kWh/m²/d³, estando por encima de Alemania (3,0 kWh/m²/d³).</p> <p>Sustitución de la generación eléctrica convencional por energías limpias</p> <p>Existen incentivos tributarios para promover estas tecnologías.</p> <p>Ampliar la capacidad de la matriz de generación eléctrica en Colombia</p>	<p>Riesgo por Obsolescencia de la tecnología de implementación y la contaminación por materiales de desecho.</p>

Apéndice 2: Datos sobre generación con fuentes de energía limpias en Colombia

Una de las formas de aproximarse a la comprensión de la generación de energía es la relación de costos frente a la capacidad de generación, y aunque ello requiere un detallado análisis, es posible acercarse a partir de experiencias puntuales, información y artículos publicados. Anexamos algunos fragmentos al respecto:

En artículo del diario El Espectador del 20 de julio de 2019, titulado “Subasta de energías limpias: ¿mejora para precios y tarifas?” se manifiesta que:

Una meta de Estado es que para antes del año 2022 en Colombia se pase de 50 MW a 1.500 MW de capacidad instalada que es lo que consumirían alrededor de dos ciudades,

ello usando fuentes no convencionales. Lo que en porcentajes equivaldría a pasar de menos del 1% al 6%

En la región caribe, el potencial eólico sería superior a 20 GW, en los Santanderes llegaría a 5 GW.

En artículo de la Revista Semana del 26 de octubre de 2019, titulado “La revolución renovable que hay en Colombia, se manifiesta que:

En la subasta de Energía de 2019, la energía comprometida, se adjudicó a un valor promedio de \$ 95,65 MW, 50 pesos menos de la estimación inicial, pero por debajo del promedio que han alcanzado otras subastas en el mundo.

En artículo del diario La República del 01 de febrero de 2019, titulado “Con energía solar, usted podría reducir hasta casi un 70% el costo del kilovatio” se manifiesta que:

En Bogotá un montaje básico domiciliario oscila entre \$ 3.000.000 para reemplazar el 10% del consumo tradicional.

En artículo del diario Portafolio del 07 de marzo de 2019, titulado “Autogeneración con energía solar, atractiva por tarifas competitivas” se manifiesta que:

Hoy en una vivienda se puede pagar un valor promedio de \$500 Kwh, mientras que un proyecto de autogeneración solar puede costar en venta \$260 Kwh en un contrato a 2 décadas.

En artículo de la empresa Parallel del 26 de marzo de 2019, titulado “Precio de la energía solar en Colombia” se manifiesta que:

Un sistema solar para vivienda en Colombia cuesta en promedio de 6 a 13 millones de pesos, y el consumo de energía eléctrica promedio por familia es de 5 kWh al día. Lo anterior sumado a que Antioquia posee una radiación promedio de 4 a 4.5 kWh, así el hogar necesitaría un sistema que genere alrededor de 1.2 kWp (4 paneles de 300W y demás equipos) con un costo aproximado de 8 millones por kWp para satisfacer la demanda de forma total. Pero si se requieren baterías, es necesario sumar cerca de 20 millones por kW ya instalada.

En artículo de la revista Dinero del 13 de febrero de 2019, titulado “¿Por qué subieron los precios en la bolsa de energía?” se manifiesta que:

En 2018, el precio promedio por kWh era de \$116,77 y en 2019 se han alcanzado valores alrededor de los \$287 kWh.

Una estimación promedio de un sistema eólico es de 1,000 a 3,000 dólares por kW. Entre más grande sea el rotor, mejor beneficio traerá a largo plazo, aunque el montaje sea más costoso que las pequeñas.

En artículo de la Cámara de Comercio de Bogotá de marzo de 2019, titulado “La energía solar en casa deja de ser una utopía” se manifiesta que:

Ejemplo: una familia estrato 5 que vive en las afueras de Bogotá quiere instalar un sistema solar que alimente la totalidad de su vivienda, y su consumo mensual es de 350 kWh. En la ciudad el valor venta al usuario por kWh mensual es de 509,5 pesos, lo que se traduce en un valor de \$ 178.325 pesos. Anualmente serían 4,200 kWh por un precio de \$ 2'139.900. Al considerar precios promedio, y demás gastos.

Tomando, en promedio, los precios del mercado y sumándoles los gastos adicionales, la inversión estaría entre 14 y 16 millones de pesos, ello indica que el retorno

de inversión se daría a los 6 u 8 años. Hoy la vida útil de los paneles, se calcula entre 20 y 25 años que generará beneficio durante unos 14 a 17 años.

Vita

Nelson Enrique Sosa Giraldo, hijo de Luis Gabriel Sosa Ruiz y Luz Marina Giraldo Monsalve, el segundo de ocho hermanos, nacido el 10 de octubre de 1976, en la localidad de Chigorodó Antioquia; se ha desempeñado como tecnólogo electrónico por más de quince años en las actividades de Mantenimiento y operación; terminó sus estudios profesionales en el año 2016 como ingeniero electrónico y actualmente busca culminar la Especialización en Gestión de Proyectos; se ha desempeñado en las áreas de la pedagogía, las telecomunicaciones, la eléctrica y la electrónica; actualmente labora en las empresas publicas de Medellín como Operador de subestaciones y líneas, con más de seis años como funcionario público. Casado en la ciudad de Yarumal y padre de dos hermosos hijos con los cuales formó una hermosa familia pujante y unida con su esposa Luz Amparo Torres.

Jorge Mario Gómez, es el tercero de los cuatro hijos del hogar levantado a pulso y trabajo por Amparo de las Misericordias Gómez. Su nacimiento se dio el 02 de enero de 1986 en el municipio de Yarumal (Antioquia) pero ha vivido la mayor parte del tiempo en Santa Rosa de Osos. Se formó como Tecnólogo en Gobierno Local, Comunicador Social y actualmente busca culminar la Especialización en Gestión de Proyectos, para continuar fortaleciendo sus competencias las cuales se han forjado además en algunos estudios adicionales de Administración Pública, Realización de Televisión y Nuevas Tecnologías. Laboralmente se ha desempeñado siendo Corresponsal de medios regionales como Teleantioquia Noticias, director de Capsos TV el canal de Televisión de Santa Rosa de Osos y ha sido Gerente Encargado de Capsos Telecomunicaciones en varias ocasiones. El principal rol que lo define es el de ser el Papá de Ana Sofía.