



REPERCUSIONES Y BENEFICIOS EN EL MEDIO AMBIENTE POR EL USO DE LA
ENERGÍA SOLAR EN COLOMBIA

Liliana Paulina Anaya Sánchez

José David Chito Meléndez

Maryen Juliana Meneses Masías

TRABAJO DE GRADO ESPECIALIZACIÓN GERENCIAMIENTO D PROYECTOS –
MONOGRAFÍA

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

marzo de 2025

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

REPERCUSIONES Y BENEFICIOS EN EL MEDIO AMBIENTE POR EL USO DE LA
ENERGÍA SOLAR EN COLOMBIA

Liliana Paulina Anaya Sánchez

José David Chito Meléndez

Maryen Juliana Meneses Masías

Asesor (a)

Deivi David Fuentes Doria

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

marzo de 2025

Tabla de Contenido

Lista de figuras..... 5

Lista de anexos 6

Lista de Tablas 7

Resumen.....8

Abstract..... 10

Introducción 12

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 13

 1.1 Pregunta de investigación..... 14

 1.2 Los objetivos de investigación 15

 1.1.1. Objetivo general..... 15

 1.1.2. Objetivos específicos 15

 1.3 Justificación de la investigación..... 16

2. MARCO DE REFERENCIA..... 18

2.1. Marco de Antecedentes 18

2.2. Marco Teórico..... 19

 2.2.1. Aspectos Técnicos 19

 2.2.2. Sostenibilidad..... 20

 2.2.3. Gestión de Proyectos..... 20

 2.2.4. Evaluación Ambiental..... 21

2.3. Marco Normativo..... 21

3. METODOLOGÍA..... 23

3.1. Alcance de la Investigación..... 23

3.2. Diseño de la Investigación..... 24

 3.2.1. Procedimiento de Selección 25

3.3. Instrumentos de Recolección de Datos 26

3.4. Procedimientos de aplicación de instrumentos de recolección de datos..... 26

3.5. Prueba Piloto de la Encuesta 27

3.6. Operacionalización de las variables..... 27

3.7. Datos Recolectados	28
3.8. Codificación de datos.....	29
3.9. Análisis estadísticos	30
3.10. Consideraciones éticas	31
4. RESULTADO	32
5. ANÁLISIS DE RESULTADO.....	37
6. CONCLUSIONES	41
7. RECOMENDACIONES	43
7.1. Acciones Claves.....	43
7.2. Líneas Futuras de Investigación.....	44
7.3. Limitaciones del Estudio Para Futuros Investigadores	45

Lista de figuras

Figura 1. *Relación de sustitución energía convencional por solar y la reducción de costos energéticos* 36

Lista de anexos

Anexos 1. Encuesta realizada sobre la energía solar 50
Anexos 2. Variables establecidas para el análisis y codificación de datos 52

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Operacionalización de las variables contempladas en los análisis realizados de este estudio.</i>	27
Tabla 2. <i>Características de la energía renovable en Colombia</i>	32
Tabla 3. <i>Relación de variables respecto a la sustitución de la energía convencional</i>	34
Tabla 4. <i>Descripción de la reducción de costos energéticos sobre la energía solar en Colombia</i>	35

Resumen

El objetivo principal del proyecto de investigación es identificar de manera exhaustiva las repercusiones negativas y los beneficios ambientales del uso de la energía solar en Colombia. A partir del análisis, se diseñarán estrategias efectivas para mitigar los impactos negativos y maximizar los beneficios ambientales, con el fin de asegurar una implementación más sostenible de la tecnología solar.

Este enfoque permitirá no solo optimizar las ventajas de la energía solar, sino también abordar los desafíos con su adopción masiva, además la optimización del uso de paneles solares es fundamental para maximizar la eficiencia y la producción de energía renovable, pues esto se logra a través de la selección de componentes de alta calidad, el diseño, la configuración óptima, el monitoreo y mantenimiento constante, de igual manera se comprende que al optimizar el uso de paneles solares, se pueden reducir los costos de energía y aumentar la eficiencia energética mejorando la seguridad de la misma al reducir la dependencia de fuentes de energía externas, dicha optimización a través del uso y manejo de paneles solares también tiene beneficios ambientales, pues reduce la dependencia de los combustibles fósiles, mitigando el cambio climático y protegiendo el medio ambiente.

En este proyecto busca proporcionar una visión integral de los aspectos positivos y negativos de la energía solar, con el fin de promover prácticas más responsables y sostenibles en el ámbito energético. Al hacerlo, se pretende facilitar una transición energética que sea beneficiosa tanto para el medio ambiente como para las comunidades, contribuyendo al desarrollo de soluciones energéticas que apoyen la sostenibilidad y el bienestar a corto, mediano y largo plazo.

Este trabajo investigativo se desarrollará bajo un enfoque cuantitativo, enfocado en la recolección y análisis de datos numéricos para medir las repercusiones ambientales de la implementación de energía solar en Colombia a través de herramientas digitales como Google forms, jamovi, Excel, y para ello se ha desarrollado estrategias de estudio que emplea encuestas estructuradas como principal instrumento de recolección de información, dirigidas a profesionales de diversas profesiones, como ingenieros ambientales, ecólogos, especialistas en energías renovables, esta recolección de datos son analizados estadísticamente permitiendo identificar con el objeto de minimizar la huella ambiental analizando los factores que afectan directamente al medio ambiente

Energía Solar Sostenible

y a su vez el propiciar y el potencializar el desarrollo y responsabilidad social, el desarrollo sostenible y el desarrollo sustentable en el medio ambiente en Colombia.

Finalmente y en respuesta a este análisis investigativo, se diseñaron estrategias específicas para mitigar las repercusiones, estas incluyen la adopción de prácticas sostenibles durante la instalación, la promoción de la reutilización y reciclaje de materiales, y la integración de sistemas solares en proyectos de desarrollo urbano planificado ofreciendo beneficios ambientales que se destacan por la reducción de las emisiones de carbono, la disminución de la dependencia de combustibles fósiles y el fomento de un desarrollo energético más sostenible. Estos beneficios contribuyen significativamente a la lucha contra el cambio climático y a la protección del medio ambiente que es lo que se quiere en este trabajo investigativo.

Palabras clave: Investigación, Medio ambiente, Desarrollo sostenible, Energía.

Abstract

The main objective of the research project is to comprehensively identify the negative impacts and environmental benefits of the use of solar energy in Colombia. Based on the analysis, effective strategies will be designed to mitigate the negative impacts and maximize the environmental benefits, in order to ensure a more sustainable implementation of solar technology. This approach will not only optimize the advantages of solar energy, but also address the challenges with its mass adoption. In addition, the optimization of the use of solar panels is essential to maximize efficiency and the production of renewable energy, as this is achieved through the selection of high-quality components, design, optimal configuration, monitoring and constant maintenance. Likewise, it is understood that by optimizing the use of solar panels, energy costs can be reduced and energy efficiency increased, improving energy security by reducing dependence on external energy sources.

This optimization through the use and management of solar panels also has environmental benefits, as it reduces dependence on fossil fuels, mitigating climate change and protecting the environment. This project seeks to provide a comprehensive view of the positive and negative aspects of solar energy, in order to promote more responsible and sustainable practices in the energy field. In doing so, it is intended to facilitate an energy transition that is beneficial for both the environment and communities, contributing to the development of energy solutions that support sustainability and well-being in the short, medium and long term.

This research work will be developed under a quantitative approach, focused on the collection and analysis of numerical data to measure the environmental impact of the implementation of solar energy in Colombia through digital tools such as Google forms, jamovi, Excel, and for this purpose, study strategies have been developed that use structured surveys as the main instrument for collecting information, aimed at professionals from various professions, such as environmental engineers, ecologists, renewable energy specialists, this data collection is statistically analyzed allowing to identify in order to minimize the environmental footprint by analyzing the factors that directly affect the environment and in turn promote and enhance development and social responsibility, sustainable development and sustainable development in the environment in Colombia. Finally, and in response to this research analysis, specific strategies were designed to

Energía Solar Sostenible

mitigate the impacts, these include the adoption of sustainable practices during installation, the promotion of reuse and recycling of materials, and the integration of solar systems in planned urban development projects offering environmental benefits that are highlighted by the reduction of carbon emissions, the decrease in dependence on fossil fuels and the promotion of a more sustainable energy development. These benefits contribute significantly to the fight against climate change and to the protection of the environment, which is what is intended in this research work.

Keywords: Research, Environment, Sustainable development, energy

Introducción

La creciente demanda de energía, junto con la urgente necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, ha impulsado la adopción de fuentes de energía renovable en todo el mundo. Entre estas fuentes, la energía solar se destaca por su abundancia y potencial para proporcionar una energía limpia y sostenible. Aunque la energía solar presenta beneficios ambientales, también conlleva ciertos impactos negativos que deben abordarse para asegurar su sostenibilidad a largo plazo. La energía solar, a través de sus dos principales tecnologías, la fotovoltaica (PV) y la térmica, ha demostrado ser una alternativa viable a las fuentes de energía convencionales basadas en combustibles fósiles (Elkadi N. , 2024).

Los beneficios ambientales incluyen la reducción de emisiones de carbono, la disminución de la dependencia de combustibles fósiles y la promoción de un desarrollo energético más sostenible. No obstante, la producción, instalación y eliminación de paneles solares pueden generar impactos ambientales adversos, como el uso de materiales tóxicos, la alteración del uso del suelo y la generación de residuos electrónicos de igual forma se requieren bastantes extensiones de tierra para la instalación de equipos donde afecta la biodiversidad como deforestación, ahuyenta miento de fauna y demás.

El objetivo de este proyecto de investigación es identificar y analizar tanto las repercusiones negativas como los beneficios ambientales del uso de la energía solar. A partir de este análisis, se diseñarán estrategias efectivas para mitigar los impactos negativos y potenciar los beneficios, asegurando así una implementación más sostenible de esta tecnología. Este enfoque permitirá no solo maximizar las ventajas ambientales de la energía solar, sino también abordar los desafíos que enfrenta su adopción masiva.

Este proyecto busca contribuir al conocimiento y desarrollo de prácticas sostenibles en el ámbito de la energía solar, fomentando una transición energética más responsable y beneficiosa para el medio ambiente. Al abordar de manera integral los aspectos positivos y negativos de la energía solar, esta investigación pretende ser una guía para la implementación de soluciones energéticas que beneficien tanto al ser humano como al planeta.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cambio climático se ha vuelto una realidad innegable a nivel mundial. Según las Naciones Unidas, los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas) contribuyen significativamente a esta problemática, representando más del 75% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, y casi el 90% de todas las emisiones de dióxido de carbono (Naciones Unidas, s.f.). Esta situación ha resultado en fenómenos meteorológicos extremos como olas de calor, incendios forestales y ciclones (Ebi, 2022) . En 2022, Lukoye Atwoli y colegas lanzaron un “llamado a la acción” para limitar la temperatura global, restaurar la biodiversidad y proteger la salud, destacando que 2011-2020 fue la década más cálida, con un aumento de 1.1 grados centígrados, y subrayando la necesidad de que el incremento de la temperatura no supere los 1.5 grados, para evitar riesgos de desastres naturales y afectaciones a la salud humana (Ebi, 2022).

Ante esta situación, surge la urgencia de mitigar el cambio climático, asegurar la energía y promover la sostenibilidad, lo que exige una rápida transición de combustibles basados en carbono hacia energías renovables. La energía solar, reconocida por sus bajas emisiones (14 g CO₂-eq·kW·h⁻¹) en contraste con los 608 g CO₂-eq·kW·h de derivados fósiles como el gas natural, se destaca como una solución potencial (Hernandez R. , 2017).

Colombia, debido a su ubicación geográfica y condiciones climáticas, posee un gran potencial para el desarrollo de energías renovables no convencionales. Donde, el país busca aumentar la participación de estas energías en su matriz de generación, asegurando un sistema energético que cumpla con compromisos sociales y ambientales y garantizando la seguridad y eficiencia en el servicio de energía. Este esfuerzo ha llevado a Colombia al puesto 29 entre 115 países en el ranking de Energy Transition Index 2021 del Foro Económico Mundial, evidenciando su progreso hacia un suministro de energía autosostenible y accesible.

Si bien describir los beneficios de las energías renovables es importante, no podemos dejar de lado las posibles repercusiones de su implementación; los principales reportes investigativos reportan que, en Norte América, especialmente en California donde está el más ambicioso proyecto solar ocupando más de 400.000 Km² de superficie terrestre. Aquí se centra la atención de los prejuicios de esta energía renovable, pues ese mismo estudio investigativo documentó que la instalación de

un proyecto solar cambia la cobertura del suelo y, por su proximidad a áreas protegidas, puede exacerbar la fragmentación del hábitat, con consecuencias ecológicas directas e indirectas (Hernandez R. , 2017).

La energía solar se presenta como una de las alternativas más prometedoras para mitigar el cambio climático y reducir la dependencia de combustibles fósiles. Pero, su implementación no está exenta de desafíos y repercusiones negativas que pueden afectar al medio ambiente y a las comunidades locales. A pesar de sus beneficios evidentes, como la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la promoción de un desarrollo sostenible, la producción e instalación de paneles solares puede generar impactos negativos, incluyendo el uso intensivo de recursos naturales, el manejo inadecuado de residuos y la alteración de ecosistemas locales (Ortega, 2019).

Uno de los principales problemas radica en el ciclo de vida de los paneles solares, desde la extracción de materiales para su fabricación hasta su eventual desecho. Según (Herrera, 2023), el proceso de producción de celdas solares, que incluye la extracción de silicio y otros metales, conlleva un alto consumo de energía y agua, así como una generación significativa de residuos tóxicos. Además, las instalaciones solares a gran escala pueden llevar a la pérdida de hábitats naturales, afectando la biodiversidad local (Hernandez, 2018)

1.1 Pregunta de investigación

¿Cómo identificar las repercusiones y beneficios en el medio ambiente por el uso de la energía solar en Colombia?

1.2 Los objetivos de investigación

1.1.1. Objetivo general

Identificar las repercusiones y beneficios en el medio ambiente por el uso de la energía solar en Colombia.

1.1.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar las repercusiones ambientales asociadas con la producción, instalación y operación de sistemas de energía solar.
- Determinar los beneficios ambientales y económicos del uso de la energía solar en comparación con otras fuentes de energías renovables.
- Reconocer el aprovechamiento de los residuos sólidos de los paneles solares para optimizar el uso de tierras.

1.3 Justificación de la investigación

La energía solar se ha posicionado como una de las fuentes de energía renovable más prometedoras para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, a medida que aumenta su adopción, también emergen preocupaciones sobre los impactos ambientales asociados con su ciclo de vida, desde la producción de paneles solares hasta su desmantelamiento y reciclaje.

Por lo anterior, surge la urgencia de mitigar el cambio climático, asegurar la energía y promover la sostenibilidad, lo que exige una rápida transición de combustibles basados en carbono hacia energías renovables. La energía solar, reconocida por sus bajas emisiones, se destaca como una solución potencial, por lo tanto, la necesidad de un enfoque sostenible en la implementación de la energía solar es crucial para asegurar que los beneficios ambientales no se vean comprometidos por efectos negativos no anticipados. Este proyecto de investigación busca abordar esta dualidad mediante la identificación y mitigación de las repercusiones y la potenciación de los beneficios ambientales de la energía solar. De igual forma, busca contribuir al conocimiento y desarrollo de prácticas sostenibles en el ámbito de la energía solar, fomentando una transición energética más responsable y beneficiosa para el medio ambiente. Al abordar de manera integral los aspectos positivos y negativos de la energía solar, esta investigación pretende ser una guía para la implementación de soluciones energéticas que beneficien tanto al ser humano como al planeta.

Dentro del desarrollo de este trabajo se busca generar beneficios sociales desde la creación de empleos, ya que la industria de la energía solar es una de las que más rápido crece en el mundo, lo que genera una gran cantidad de empleos en la fabricación, instalación y mantenimiento de paneles solares, así mismo se mejora de la calidad de vida, especialmente en áreas rurales o remotas, donde la energía eléctrica es escasa o inexistente para algunas poblaciones, de igual manera dentro de estos beneficios sociales se maneja y se hace desarrollo comunitario pues se convierte en una herramienta o instrumento de beneficio para la proporción de energía a escuelas, hospitales y otros equipamientos públicos, fomentando la innovación, ya que es una oportunidad para desarrollar nuevas tecnologías y soluciones para la generación y distribución de la misma, por lo tanto se contribuye al desarrollo sostenible y se proporciona una energía limpia y renovable reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles y a su vez mitigando el cambio climático, esto con el fin

de crear educación y conciencia, pues la implementación de paneles solares es una oportunidad para educar y descubrir la importancia de la energía renovable y su impacto ambiental.

Así mismo dentro de esta investigación se identifican diferentes beneficios prácticos por parte de las empresas que se dedican a generar energía renovable, en detalle se evidencia la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles, lo que puede ayudar a mitigar el cambio climático, y a su vez aumentando la seguridad energética de las empresas ya que reduce la dependencia de la red eléctrica y la generación de residuos, al no requerir la quema de combustibles fósiles.

Dentro de dichos beneficios prácticos también se encuentra el aumento de la vida útil de los equipos al reducir la exposición a la corrosión y el desgaste, esto reflejado en la reducción de los costos de mantenimiento de las empresas al requerir menos mantenimiento que los sistemas de energía tradicionales, lo que genera un aumento de la eficiencia energética al convertir la energía solar en electricidad de manera eficiente a un costo menor que la energía tradicional. Es importante mencionar que estos beneficios prácticos también cuentan con un impacto ambiental al no generar emisiones de gases tóxicos y al suministrar una fuente de energía renovable, sostenible y limpia.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Marco de Antecedentes

Adoptando el estado del arte de incentivos y estrategias para la penetración de energía renovables según la revista técnica energía “No todos los mecanismos de promoción de energías renovables pueden ser adoptados por cualquier país. La selección de cualquiera de los mecanismos descritos o de otros mecanismos, depende de la estructura y características propias de cada mercado, del nivel de desintegración vertical o apertura a la competencia, así como de la sostenibilidad, seguridad jurídica y de la solidez y credibilidad de sus instituciones, sin embargo es claro que en los últimos años, las energías renovables han tenido un importante desarrollo a nivel mundial alcanzando al 2020 una capacidad instalada a nivel de mundial de 2.990.094 MW, frente a los 1.329.886 MW que se tenían en el 2011, de los cuales al 2020, la mayor concentración está en Asia con 1.286.313 MW, seguido de Europa con 609.499 MW, Norteamérica con 421.703 MW, Sudamérica con 233.033MW y Centroamérica y el Caribe con 16.344 MW, el resto de capacidad se reparte en otros países y regiones como Canadá, Australia, entre otros” (Arias, 2022).

Colombia se encuentra en la línea ecuatorial lo que lo hace un país privilegiado que debe aprovechar esta fuente inagotable, limpia y gratuita como lo es la del sol a través de las energías consideradas verdes. “Entre el año 2000 y el 2010, la capacidad global instalada de electricidad renovable se ha cuadruplicado con creces en todo el mundo, En 2011, casi la mitad de la capacidad recién agregada de electricidad del mundo fue renovable; energía solar fotovoltaica (PV) su implementación representa el 30% de las nuevas adiciones en donde más de 100 países producen electricidad a partir de energía solar fotovoltaica y más de la mitad de la energía solar fotovoltaica en funcionamiento se agregó en los últimos dos años”, (Adam Dolezal, 2013).

En el hallazgo de antecedentes se analizó literaturas existentes acerca de la energía solar, incluyendo estudios internacionales y nacionales para proporcionar una base teórica sólida, así mismo, se revisó las políticas y regulaciones colombianas relacionadas con el uso de la energía solar ya que radica en que su fundamento epistémico se encuentra enraizado en tres disciplinas que la han constituido como “medio de investigación eficaz de comprensión, análisis y explicación de la realidad social: la filosofía, la antropología y la sociología”. Por lo anterior, el método analítico utilizado es un recurso científico que nos continúa ensanchando el conocimiento y los

paradigmas de explicación social, requiriendo el uso de la capacidad de pensamiento crítico y a su vez la evaluación de información pertinentes para la investigación. (Mercado, 2023).

2.2.Marco Teórico

El proyecto "Repercusiones y beneficios en el medio ambiente por el uso de la energía solar en Colombia" se apoya en diversas fuentes teóricas primarias y secundarias que cubren áreas esenciales como la energía solar, la sostenibilidad, la gestión de proyectos y la evaluación de impactos ambientales, para este proyecto principalmente se tendrán en cuenta las siguientes:

En el contexto de la energía solar, el diseño de estrategias que mitiguen los impactos negativos y potencien los beneficios ambientales requiere una comprensión profunda de varios aspectos interrelacionados: los aspectos técnicos, la sostenibilidad, la gestión de proyectos y la evaluación ambiental. Según (Messenger, 2010) la energía solar representa una de las alternativas más prometedoras para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la promoción de fuentes de energía renovables. Sin embargo, su implementación no está exenta de desafíos, especialmente en un país como Colombia, donde la geografía, la biodiversidad y la estructura socioeconómica presentan particularidades únicas.

2.2.1. Aspectos Técnicos

La literatura técnica, incluida la de (Messenger, 2010), destaca la importancia de comprender las limitaciones y oportunidades tecnológicas de la energía solar. Esto incluye la eficiencia de los paneles solares, la durabilidad de los materiales y los avances en tecnologías de almacenamiento de energía. En Colombia, donde la variabilidad climática puede afectar la generación solar, estos aspectos son cruciales para garantizar la viabilidad a largo plazo de los proyectos solares.

Es importante mencionar que la energía solar se obtiene del sol a través de la radiación electromagnética (Kaltschmitt, 2007) a partir de esto el panel solar convierte la radiación solar en electricidad a través del efecto fotovoltaico (Green, 2005) y así lograr la eficiencia del panel solar entre la potencia eléctrica generada y la potencia solar incidente, teniendo en cuenta que la energía solar es un conjunto de componentes que trabajan juntos para generar electricidad a partir de la radiación solar, de igual manera existen componentes importantes como panel Solar que es un dispositivo que convierte la radiación solar en electricidad a través del efecto fotovoltaico.

2.2.2. Sostenibilidad

La sostenibilidad es otro pilar fundamental que se aborda en las fuentes consultadas. La energía solar, a pesar de ser una fuente limpia, tiene implicaciones ambientales que deben ser gestionadas adecuadamente. (Messenger, 2010) enfatiza la necesidad de adoptar enfoques integrales que consideren no solo los beneficios de la reducción de emisiones, sino también los impactos potenciales sobre la biodiversidad y el uso del suelo. En Colombia, donde los ecosistemas son extremadamente diversos y frágiles, la integración de criterios de sostenibilidad es esencial para minimizar los efectos adversos.

Según el informe de (Brundtland, 1987) la sostenibilidad se define como "el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, la energía solar es una fuente de energía renovable que no se agota con el tiempo así mismo tiene un bajo impacto ambiental en comparación con otras fuentes de energía, como los combustibles fósiles y puede ser utilizada de manera eficiente para satisfacer las necesidades energéticas de las comunidades.

2.2.3. Gestión de Proyectos

La implementación efectiva de proyectos de energía solar requiere una gestión eficiente que considere tanto los aspectos técnicos como los socioambientales. Las fuentes revisadas proporcionan modelos y marcos de trabajo que ayudan a los gestores de proyectos a planificar, ejecutar y supervisar iniciativas de energía solar, asegurando que se cumplan los objetivos ambientales y económicos. En el caso de Colombia, donde la infraestructura y los recursos pueden ser limitados, una gestión de proyectos bien estructurada es clave para el éxito.

La gestión de proyectos energéticos alcanza un amplio plan desde una idea hasta la ejecución y evaluación continua de iniciativas relacionadas con la energía, lo que conlleva contar con equipos multidisciplinarios, no solo busca la eficiencia operativa, sino que también se centra en la sostenibilidad.

Como se puede observar en (Prias, 2014), se establece el Modelo estratégico de innovación para impulsar la gestión energética en Colombia, con el cual se plantea nuevas herramientas en gestión energética respondiendo a las necesidades de la industria, es así como permiten difundir el conocimiento adquirido por las universidades a través de programas que logren la interacción con

el sector productivo, realizando una sinergia que pueda fortalecer y generar un proceso de mejora continua, con lo cual se demostró los principales elementos de gestión que obstaculizan el desarrollo continuo de una cultura energética al nivel empresarial en Colombia.

2.2.4. Evaluación Ambiental

Finalmente, la evaluación ambiental es un componente crítico que permite identificar y mitigar los impactos negativos de los proyectos solares. (Messenger, 2010) y otros estudios sugieren que una evaluación ambiental rigurosa, que considere tanto los impactos directos como los indirectos, es esencial para desarrollar estrategias efectivas. En Colombia, donde la legislación ambiental es robusta, pero a menudo desafiada por la falta de recursos y capacidades, una evaluación ambiental adecuada es fundamental para garantizar que los proyectos de energía solar sean verdaderamente sostenibles.

De acuerdo con el análisis económico y evaluación ambiental de (Dixon, 1998), se considera que un desarrollo económico exitoso depende del uso racional de los recursos y en reducir, tanto como sea posible, los impactos ambientales adversos de los proyectos de desarrollo. La evaluación ambiental (EA) es una primera herramienta para alcanzar este objetivo. Insertando información ambiental crítica dentro del proceso de identificación, preparación e implementación del proyecto.

En resumen, estas fuentes, incluyendo la obra de (Messenger, 2010), proporcionan una base sólida para diseñar estrategias que no solo mitiguen los impactos negativos de la energía solar en Colombia, sino que también potencien sus beneficios ambientales. Al abordar los aspectos técnicos, la sostenibilidad, la gestión de proyectos y la evaluación ambiental, se garantiza un enfoque holístico que es crucial para el éxito de la implementación de la energía solar en el país.

2.3. Marco Normativo

Colombia sustenta el marco legal para el tema de la energía solar mediante la ley 1715 de 2014 y la ley 2099 de 2021, con las cuales se busca regular las fuentes no convencionales de energía renovables promoviendo el uso, fomentar la investigación en el desarrollo de tecnologías limpias, reducir la dependencia de combustibles fósiles y contribuir a la seguridad del abastecimiento energético estableciendo disposiciones hacia el cambio energético y activando el mercado para

este cambio. Para dar cumplimiento a estas leyes, se hace a través de la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) y la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG).

Según el plan nacional de desarrollo (PND) establecen las metas y directrices para el desarrollo sostenible del país, incluyendo el fomento de las energías renovables. El PND 2018-2022 incluye objetivos específicos para aumentar la capacidad instalada de energías renovables no convencionales, incluyendo la energía solar, de igual manera la UPME ha emitido varias resoluciones que complementan el marco legal, proporcionando guías técnicas y operativas para la implementación de proyectos de energía solar y otros tipos de energías renovables. Estas resoluciones abordan temas como la planificación, conexión a la red, y estándares técnicos (Unidad de Planeación Minero Energética, s.f.)

De acuerdo a la ley de 1955 del 2019 en donde se reitera el compromiso del gobierno con la promoción de las energías renovables y establece medidas para facilitar su integración al sistema energético, como la simplificación de trámites y el fortalecimiento del marco institucional para la gestión de proyectos renovables y además dentro del marco legal de la energía solar en Colombia se sustenta en diversas leyes, decretos y resoluciones que regulan el desarrollo y la implementación de proyectos de energía renovable, incluyendo la energía solar.

3. METODOLOGÍA

La propuesta de investigación nutrirá la sub línea de “Gerencia de proyectos de inversión privada, social y comunitaria”, de la especialización gerencia de proyectos, esta investigación se desarrollará bajo un enfoque cuantitativo, centrado en la recolección y análisis de datos numéricos para medir las repercusiones ambientales y económicos de la implementación de energía solar en Colombia. El estudio empleará encuestas estructuradas como principal instrumento de recolección de información, dirigidas a profesionales de diversos campos. Los datos obtenidos serán analizados estadísticamente para identificar patrones, relaciones y tendencias que permitan minimizar la huella ambiental potenciando el desarrollo y responsabilidad social, el desarrollo sostenible y el desarrollo sustentable en el medio ambiente Enfoque y alcance de la investigación.

3.1. Alcance de la Investigación

La investigación se llevará a cabo durante un periodo de 4 meses, desde de noviembre del 2024 hasta marzo del 2025, donde se realizará una revisión exhaustiva del estado actual de la energía solar en Colombia, recopilar, analizar datos, desarrollar, evaluar estrategias de mitigación y potenciación. La ubicación geográfica de la investigación se centra en el territorio colombiano, abarcando tanto áreas urbanas como rurales donde se ha implementado o se planifica implementar energía solar, se considerarán regiones con diferentes características climáticas y socioeconómicas para obtener una visión integral del impacto de la energía solar en el país y la zona de estudio priorizada son las áreas con instalaciones solares significativas y proyectos en desarrollo.

El alcance de la investigación es evaluar los impactos ambientales negativos asociados con la producción de paneles, el reciclaje, el uso del suelo y el impacto en la biodiversidad, se analizarán los beneficios ambientales que la energía solar aporta, incluyendo la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la conservación de recursos naturales y la mejora de la calidad del aire, de igual manera se diseñaran estrategias para mitigar los impactos negativos y maximizar los beneficios ambientales de la energía solar y se enfocará la investigación en identificar, analizar y proponer soluciones prácticas para los desafíos y oportunidades que presenta la energía solar en Colombia, con un énfasis en sostenibilidad y adaptación a las condiciones locales.

El proyecto de investigación es relevante toda vez que se enfoca en; la contribución al conocimiento, proporcionando una comprensión detallada de los impactos y beneficios de la energía solar en Colombia, así como estrategias específicas para mejorar la sostenibilidad de esta fuente de energía, en el impacto de políticas y prácticas, toda vez que los resultados y recomendaciones de la investigación tendrán implicaciones para la formulación de estas y la ejecución de proyectos solares en Colombia, contribuyendo a una adopción más eficiente y sostenible de la energía solar y en el beneficio para la sociedad ayudando en el avance hacia una economía baja en carbono y una mayor protección del medio ambiente en Colombia.

3.2. Diseño de la Investigación

El proyecto "Repercusiones y beneficios en el medio ambiente por el uso de la energía solar en Colombia" se desarrollará bajo un diseño descriptivo, con el propósito de proporcionar un análisis detallado y exhaustivo de los aspectos relacionados con la implementación y gestión de sistemas de energía solar en Colombia. Este diseño se centra en la descripción y documentación de las características, prácticas y efectos asociados con la energía solar, sin intervenir directamente en las variables estudiadas.

El enfoque metodológico de esta investigación se centra en un enfoque cuantitativo, orientado a la recolección y análisis de datos numéricos para diagnosticar de manera objetiva los impactos ambientales y económicos de la implementación de energía solar en Colombia. El objetivo principal del enfoque cuantitativo es obtener datos estadísticamente significativos que permitan medir, analizar y generalizar los impactos de la energía solar. Este enfoque facilita la identificación de patrones y relaciones entre variables, proporcionando una base sólida para desarrollar estrategias basadas en evidencia. El diseño descriptivo se centra en proporcionar una imagen clara y detallada del fenómeno en estudio. En este caso, se utilizará para documentar y describir los impactos ambientales y económicos asociados con la implementación de energía solar en Colombia, basándose en los datos recopilados a través de encuestas las cuales se llevarán a cabo por profesionales de diversos campos que tienen conocimiento o experiencia en la implementación y gestión de proyectos de energía solar.

La población objeto de estudio está compuesta por profesionales de diversos campos que tienen conocimiento o experiencia en la implementación y gestión de proyectos de energía solar, que trabajen en áreas relacionadas con la energía y el medio ambiente, como son; Ingenieros Ambientales y de Energía que diseñen, implementen y supervisen proyectos de energía solar, especialistas en sostenibilidad que desarrollen estrategias para minimizar impactos negativos y beneficios ambientales, consultores en energía que asesoren la viabilidad y sostenibilidad de los proyectos, responsables de políticas públicas que desarrollan y aplican políticas relacionadas con la energía y el medio ambiente, investigadores y académicos que realizan estudios de energía solar y el impacto que tienen en el ambiente y económicamente. Esta población se localiza en Colombia en áreas donde se han implementado o están en desarrollo proyectos de energía solar.

3.2.1. Procedimiento de Selección

Para el procedimiento de selección de los participantes en este estudio, se utilizará el **Método Delphi**. Esta metodología es ampliamente reconocida por su eficacia en la recolección de opiniones de expertos cuando se busca obtener un consenso informado en áreas donde la información puede ser limitada o incierta. El Método Delphi se caracteriza por ser un proceso iterativo que se desarrolla en varias rondas, permitiendo a los expertos reflexionar y ajustar sus respuestas a lo largo del tiempo, con base en el análisis de las respuestas grupales de cada ronda.

En el proyecto **“Energía Solar Sostenible: Identificación de las repercusiones y beneficios en el medio ambiente por el uso de la energía solar en Colombia”**, se empleará el **Método Delphi** como procedimiento clave para la selección y recopilación de información de expertos en el campo de la energía solar. Este método consiste en un proceso iterativo de consultas a un panel de profesionales, con el objetivo de llegar a un consenso informado sobre temas específicos del estudio.

El cuestionario que se llevará a cabo, para la selección de los expertos se enfoca en identificar; profesión y especialidad, área de trabajo actual, años de experiencia en diseño e implementación de proyectos sobre energía solar, participación en gestión o supervisión de proyectos de energía solar y rol específico, participación en formulación o implementación de políticas públicas relacionadas con la energía solar, trabajos realizados fuera de Colombia en proyectos de energía solar, investigaciones académicas o publicaciones sobre energía solar, formación adicional relevante en el diseño e implementación de proyectos solares, tipos de tecnologías solares que ha

implementado o investigado (paneles solares, fotovoltaicos, térmicos concentradores solares, etc) y cómo evalúa el crecimiento de la energía solar en Colombia en 5 años.

3.3.Instrumentos de Recolección de Datos

El instrumento de recolección de datos se realiza mediante encuestas estructuradas con cuestionarios predefinidos con preguntas estandarizadas que permiten recopilar datos cuantitativos sobre las percepciones, conocimientos y opiniones de los profesionales en relación con la energía solar. Recopilar información sobre el nivel de conocimiento, percepciones de impacto ambiental y económico, y aceptación de la energía solar.

3.4.Procedimientos de aplicación de instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de la información se aplicará el instrumento denominado “Encuestas Estructuradas”, que se desarrollaran mediante cuestionarios predefinidos para la recopilación de los datos cuantitativos. La población que se tendrá en cuenta en Colombia, en la ciudad de Bogotá D.C., serán profesionales de diversos campos con conocimiento y/o experiencia en implementación y gestión de proyectos de energía solar y profesionales que trabajen en áreas relacionadas con la energía y el medio ambiente, de los cuales se obtendrá la percepción, conocimiento y opiniones de estos. Se tendrá en cuenta la sección demográfica incluyendo información como; edad, género, nivel educativo y área de especialización. El formato que se tendrá en cuenta para este proyecto es formato web a través de una plataforma de encuestas en línea (e.g., Google Forms, SurveyMonkey). Y se compartirá el enlace a las personas que van a ser encuestadas.

Google forms y gestión de instrumentos de investigación

Se basa en un software en línea que permite la creación de encuestas y publicación de formularios estructurados, la aplicabilidad de su innovación en el almacenamiento de respuestas y de más usos avanzados nos ayuda a que todas las respuestas diligenciadas por los profesionales vayan quedando almacenadas de manera inmediata, además esta herramienta al contar con una interfaz gráfica y de rendimiento óptimo nos posibilita ver las respuestas individuales o bien ver un estadístico total o por pregunta.

3.5. Prueba Piloto de la Encuesta

La encuesta estará dirigida a hacer preguntas cerradas, sin abreviaturas y fácilmente de entender por profesionales. Antes de ser aplicada a los participantes con profesiones relacionadas con energías renovables, se realizará una prueba piloto con 5 personas de diferentes profesiones para evaluar la claridad y comprensión de las preguntas, así como la necesidad de mejorar la redacción para facilitar las respuestas validas por parte de los participantes.

3.6. Operacionalización de las variables

Para facilitar la aplicación de las encuestas por los diferentes investigadores gerentes del proyecto, se realizará una tabla con la operacionalización de las variables (Tabla 1) como guía para la tabulación de las variables en la base de datos en Excel.

Tabla 1. *Operacionalización de las variables contempladas en los análisis realizados de este estudio.*

Nombre de la variable	Tipo y nivel de medición	Categorización para base de datos	observaciones
Código de la encuesta	Cualitativa Ordinal	001 – 999	Dar número según orden de diligenciamiento
Tipo de profesión	Cualitativa Nominal Politómica	Ingenieros ambientales y de energía	Profesión reportada en la encuesta.
		Especialistas en sostenibilidad	
		Consultores en energía	
		Responsables de políticas publicas	
Investigadores académicos			
Ubicación	Cualitativa Nominal Politómica	Ubicación de instalación de paneles solares.	
Experiencia	Cuantitativa de razón	0-50 años	Años de experiencia en el sector.
Pregunta 1	Cualitativa Nominal Ordinal	1 completamente en desacuerdo y 5 completamente de acuerdo	Respuesta obtenida de la encuesta.
Pregunta 2	Cualitativa Nominal Politómica	Corresponde a las cuatro opciones formuladas	Respuesta obtenida de la encuesta.
Pregunta 3	Cuantitativa Discreta Numérica	1 completamente en desacuerdo y 10 completamente de acuerdo	Respuesta obtenida de la encuesta.
Pregunta 4	Cualitativa Nominal Dicotómica	1 completamente en desacuerdo y 5 completamente de acuerdo	Respuesta obtenida de la encuesta.

Nombre de la variable	Tipo y nivel de medición	Categorización para base de datos	observaciones
Pregunta 5	Cualitativa Nominal Dicotómica	1 completamente en desacuerdo y 5 completamente de acuerdo	Respuesta obtenida de la encuesta.
Pregunta 6	Cualitativa Nominal Dicotómica	1 completamente en desacuerdo y 5 completamente de acuerdo	Respuesta obtenida de la encuesta.
Pregunta 7	Cualitativa Nominal Politémica	Corresponde a las cuatro opciones formuladas	Respuesta obtenida de la encuesta.
Pregunta 8	Cualitativa Nominal Ordinal	Corresponde a las cuatro opciones formuladas	Respuesta obtenida de la encuesta.
Pregunta 9	Cualitativa Nominal Dicotómica	Corresponde a las dos opciones formuladas	Respuesta obtenida de la encuesta.
Pregunta 10	Cualitativa Nominal Politémica	Corresponde a las cuatro opciones formuladas	Respuesta obtenida de la encuesta.

3.7. Datos Recolectados

Los datos de este estudio provienen de una “*Encuesta Estructurada*” como técnica de análisis en línea realizada a profesionales de diversos campos con conocimiento y/o experiencia en implementación y gestión de proyectos de energía solar y profesionales que trabajen en áreas relacionadas con la energía y el medio ambiente. La encuesta, distribuida a través de Google Forms, fue enviada por WhatsApp a un total de 50 profesionales de los cuales todos respondieron. Este enfoque permitió una recolección de datos eficiente y accesible, asegurando una amplia participación dentro de la población objetiva.

La encuesta en línea fue cuidadosamente diseñada a partir de un cuadro de variables, tipo y nivel de medición, categorización para base de datos y observaciones para cada pregunta planteada. La encuesta fue implementada en Google Forms y distribuida a los profesionales.

La recolección de datos se llevó a cabo íntegramente en línea, lo que facilitó el acceso y la conveniencia para los participantes. Después de la recolección de datos las respuestas fueron descargadas en formato Excel para proceder con el proceso de limpieza y preparación. Este proceso incluyó la eliminación de respuestas incompletas, corrección de errores tipográficos, imputación de datos faltantes mediante técnicas de vecino más cercano y la normalización de observaciones.

Para el análisis de los datos, se utilizaron las herramientas Google Forms y Jamovi, mientras que Excel se empleó para la limpieza y preparación de los datos. La imputación de datos y el etiquetado fueron pasos cruciales para garantizar la integridad y coherencia de los datos antes del análisis. La normalización de ciertas observaciones ayudó a mantener la consistencia en el conjunto de datos. Un desafío significativo fue la separación de datos cuando se seleccionaron varias opciones en algunas preguntas de la encuesta. Este problema se resolvió manualmente en Excel, asegurando una organización adecuada de los datos para su posterior análisis. En resumen, los datos recolectados y preparados proporcionan una base sólida y confiable para el análisis y las conclusiones del estudio.

3.8.Codificación de datos

Para el análisis y codificación de datos se utilizó Jamovi para el análisis de las variables, trabajando con datos continuos y variables cualitativas nominales, dicotómicas, politómicas y ordinales. Las variables incluyeron calificación sobre la energía solar como: beneficios, escala de efectividad, impacto sobre la fauna y flora, contaminación ambiental, beneficios económicos, afectación de la energía renovable en el medio ambiente, sustitución de la energía convencional por la energía solar y las desventajas que esta puede tener. Los datos recolectados se organizaron inicialmente en Excel antes de ser importados a Jamovi para su análisis.

Los datos se categorizaron en dos tipos principales: datos continuos y variables cualitativas y cuantitativas. La variable continúa identificada como la escala donde se califica la efectividad de la energía solar en la reducción de costos energéticos. Para las variables cualitativas dicotómicas, como `Afectación_fauna`, `afectación_flora` y `panel_solar_contaminación`, `Energía_solar_sustituye_convencional` se asignaron códigos numéricos en Jamovi; por ejemplo, se codificó 1 para de acuerdo y 2 para desacuerdo y 1 para SI, 2 para NO. Variables nominales/politómicas, como la calificación de la energía solar denominada “Energía_solar_califique”, se codificó como; 1. Muy en desacuerdo, 2. En desacuerdo, 3. Neutral, 4. De acuerdo, 5. Muy de acuerdo, (Dubrovin, V., Deineha, L., & Yatsenko, A., 2023).

El proceso de codificación incluyó la carga de datos desde Excel a Jamovi, seguido por la asignación de códigos a cada categoría. Este proceso se realizó manualmente para asegurar la

precisión y consistencia. Cada variable cualitativa fue etiquetada cuidadosamente en Jamovi, lo cual facilitó el análisis estadístico posterior. Las etiquetas asignadas fueron revisadas minuciosamente para verificar su correcta asignación.

La validación de la codificación fue un paso crucial para garantizar la exactitud de los datos. Se revisaron todas las etiquetas asignadas en Jamovi para asegurar que cada categoría estuviera correctamente representada. Cualquier discrepancia o error en la codificación fue corregido antes de proceder con el análisis. Los datos codificados se almacenaron en la base de datos de Jamovi y se realizaron análisis estadísticos para examinar las relaciones entre las variables y responder a las preguntas de investigación (Larson-Hall, J., & Mizumoto, A. (2019).

Un desafío notable durante el proceso de codificación fue la correcta separación y asignación de etiquetas a variables con múltiples opciones. Este problema se resolvió mediante una revisión detallada y corrección en Jamovi, asegurando que todas las categorías estuvieran correctamente representadas y etiquetadas. En resumen, el uso de Jamovi permitió un manejo eficiente y preciso de las variables, facilitando un análisis estadístico robusto y confiable para este.

3.9. Análisis estadísticos

Previo al análisis estadístico se realizará una validación de la base de datos, escogiendo al azar algunas encuestas y se verificará que la información consignada en la base de datos corresponde a lo diligenciado en la encuesta. Con el fin de lograr, los objetivos específicos de descripción de las variables contempladas en este estudio se realizarán análisis estadísticos de pruebas para la descripción de las variables según su tipo, con relación a las cuantitativas normales se describieron mediante medidas de tendencia central (media o mediana) y las de dispersión (desviación estándar o rangos). Para las variables cualitativas se utilizaron medidas de frecuencias relativas (porcentaje) y frecuencias absolutas (números totales). Se utilizará la prueba del chi cuadrado de independencia, para llevar a cabo el análisis bivariado con el objeto de analizar la relación entre dos variables cualitativas

Los análisis estadísticos se realizarán en el software <https://Jamovi>

3.10. Consideraciones éticas

El proyecto se desarrolla en un ámbito académico, por tanto, no busca beneficiar ni perjudicar a los participantes. Los investigadores realizarán una entrevista virtual con el consentimiento de los participantes. No se hará inmersiones al trabajo de campo, por lo que no habrá intervenciones que puedan ser tomadas como sesgos u orientaciones para tener algún tipo de resultado en específico, al abordar el trabajo de investigación sobre el impacto ambiental de la energía solar en Colombia. Desde la perspectiva ética, la investigación se lleva a cabo considerando las implicaciones sociales, ambientales y la iteración con comunidades de expertos en el tema proporcionando información clara sobre los objetivos de esta, el uso de datos y riesgo potencial, comprometiendo al equipo en comunicar los resultados y recomendaciones de manera clara a los interesados.

En cuanto a los resultados obtenidos de la investigación, se consideran equitativamente, al evaluar las repercusiones de los beneficios y desventajas de la energía solar, con respecto a la afectación en los diferentes grupos de interés, buscando su adaptación y sostenibilidad a largo plazo, examinando el ciclo de vida completo de la energía solar y su impacto potencial en las generaciones futuras, por lo que haciendo una evaluación continua de los impactos ambientales y sociales de los proyectos solares a lo largo del tiempo, permitirá realizar un seguimiento efectivo y garantizar la preservación del medio ambiente.

4. RESULTADO

El proyecto "Repercusiones y beneficios en el medio ambiente por el uso de la energía solar en Colombia" desarrollado bajo un diseño descriptivo, para el análisis detallado sobre el sistema de energía solar en Colombia, se analizó mediante el software Jamovi, permitiendo este, describir y documentar las características, prácticas y efectos asociados con la energía solar como; diagnosticar los impactos ambientales, económicos, beneficios, desventajas, afectación en la fauna, flora y solución medioambiental sostenible, de la energía solar en Colombia.

Tabla 2. *Características de la energía renovable en Colombia*

Características	N = 51
Beneficios de la energía solar importante	
Reducción de costos energéticos	14 (27%)
Disminución de emisiones de gases de efectos invernadero	23 (45%)
Independencia energética	13 (25%)
Creación de empleos	1 (2.0%)
Los paneles solares afectan la fauna donde se instalan	
De acuerdo	20 (39%)
En desacuerdo	31 (61%)
Los paneles solares afectan la flora donde se instalan	
De acuerdo	20 (39%)
En desacuerdo	31 (61%)
La acumulación de paneles solares provoca contaminación	
De acuerdo	26 (51%)
En desacuerdo	25 (49%)
Beneficio económico de la energía renovable	
Reduce el costo de electricidad con el tiempo	19 (37%)
Largo periodo de vida de los colectores (más de 15 años)	8 (16%)
Ahorros económicos significativos	17 (33%)
Tiempo de la recuperación de la inversión relativamente corto	7 (14%)
Energía solar puede sustituir la convencional	
SI	24 (47%)
NO	27 (53%)
Desventajas de la energía solar	
Dependencia de las condiciones climáticas	23 (45%)
Inversión económica inicial	5 (9.8%)

Características	N = 51
Espacio óptimo para la instalación	15 (29%)
La producción de energía no es lineal	8 (16%)
La energía solar, solución medioambiental sostenible	
Muy en desacuerdo	2 (3.9%)
En desacuerdo	3 (5.9%)
Neutral	16 (31%)
De acuerdo	23 (45%)
Muy de acuerdo	7 (14%)
Energía renovable evita el daño del medio ambiente	
Totalmente de acuerdo	23 (45%)
De acuerdo	21 (41%)
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	6 (12%)
En desacuerdo	1 (2.0%)
¹ n (%)	

Fuente Autor realizado a partir de Jamovi (2024)

La tabla 2 de frecuencia, muestra las características sobre la energía renovable en Colombia, por cada una de las 51 variables analizadas mediante la encuesta realizadas a personas con conocimiento del tema, sobre. De la población, el 45% consideran que el beneficio más importante de la energía solar es la disminución de emisiones de gases de efectos invernadero, el 39% están de acuerdo que los paneles solares afectan la fauna y flora en el área donde se instalan, el 51% están de acuerdo con la contaminación ambiental por la acumulación de paneles solares después de su vida útil, el 37% considera que el beneficio económico más importante de la energía renovable es reducir el costo de electricidad con el tiempo, el 53% piensan que la energía solar no puede sustituir la convencional, el 45% están de acuerdo que la dependencia de las condiciones climáticas es la desventaja de la energía solar, el 45% confirman que la energía solar es una solución medioambiental sostenible y se encuentran totalmente de acuerdo, el 45% que la energía renovable evita el daño al medio ambiente. Los datos analizados, permiten una comprensión de la situación actual de la energía renovable y sus repercusiones en Colombia.

Tabla 3. *Relación de variables respecto a la sustitución de la energía convencional*

Dependiente: Energía solar puede sustituir la convencional	SI	NO	Total	p
Total, N (%)	24 (47.1)	27 (52.9)	51	
La energía solar, solución medioambiental sostenible				
Muy en desacuerdo	1 (4.2)	1 (3.7)	2 (3.9)	0.176
En desacuerdo	0 (0.0)	3 (11.1)	3 (5.9)	
Neutral	11 (45.8)	5 (18.5)	16 (31.4)	
De acuerdo	9 (37.5)	14 (51.9)	23 (45.1)	
Muy de acuerdo	3 (12.5)	4 (14.8)	7 (13.7)	
Beneficios de la energía solar importante				
Reducción de costos energéticos	7 (29.2)	7 (25.9)	14 (27.5)	0.369
Disminución de emisiones de gases de efectos invernadero	13 (54.2)	10 (37.0)	23 (45.1)	
Independencia energética	4 (16.7)	9 (33.3)	13 (25.5)	
Creación de empleos	0 (0.0)	1 (3.7)	1 (2.0)	
Desventajas de la energía solar				
Dependencia de las condiciones climáticas	14 (58.3)	9 (33.3)	23 (45.1)	0.027
Inversión económica inicial	2 (8.3)	3 (11.1)	5 (9.8)	
Espacio óptimo para la instalación	8 (33.3)	7 (25.9)	15 (29.4)	
La producción de energía no es lineal	0 (0.0)	8 (29.6)	8 (15.7)	
Beneficio económico de la energía renovable				
Reduce el costo de electricidad con el tiempo	11 (45.8)	8 (29.6)	19 (37.3)	0.590
Largo periodo de vida de los colectores (más de 15 años)	4 (16.7)	4 (14.8)	8 (15.7)	
Ahorros económicos significativos	6 (25.0)	11 (40.7)	17 (33.3)	
Tiempo de la recuperación de la inversión relativamente corto	3 (12.5)	4 (14.8)	7 (13.7)	

Fuente Autor realizado a partir de Jamovi (2024)

Con la tabla 3, mediante la relación realizada se evidencia que el 45.8% de la población se mantiene neutral en que la energía solar si es una solución medioambiental sostenible y el 18.5% no lo considera, sin encontrar una diferencia estadística significativa entre los grupos ($P_v=0.176$). Se determinó que el Beneficio más importante de la energía solar, es la disminución de emisiones de gases de efectos invernadero donde un 54.2% indicó que si y un 37.0% dijo que no, sin una diferencia significativa entre ambos grupos ($P_v= 0.369$). El grupo ($P_v=0.027$) de las desventajas de la energía solar presentaron un acercamiento significativo frente a la variable dependiente donde se evidencia que el 58.3% consideran positivo que la desventaja más notable es la dependencia climática y el 33.9% no lo considera. Con respecto a la variable beneficio económico de la energía renovable el grupo ($P_v=0.590$), no tiene una diferencia estadística significativa el 45.8%

confirmaron que el mejor beneficio es reducir el costo de electricidad con el tiempo mientras que el 29.6% no lo consideran.

Tabla 4. *Descripción de la reducción de costos energéticos sobre la energía solar en Colombia*

Descriptivas	
Efectividad de la energía solar en la reducción de costos energéticos	
N	51
Perdidos	0
Mediana	8
Moda	8.00
Mínimo	1
Máximo	10
25 percentil	7.00
50 percentil	8.00
75 percentil	9.00

Fuente: Autor, a partir de Jamovi (2024)

Esta tabla 4, presenta el análisis de la variable cuantitativa sobre la reducción de los costos al usar la energía solar toda vez que esta es asimétrica, se evidencia la descripción obtenida con los valores representativos de la muestra con respecto a la población de 51 encuestas analizadas se puede evidenciar que no se encontraron datos perdidos hubo una respuesta efectiva, la mediana es de un valor representativo de 8 determinando que no hay mucha dispersión de datos. La moda tiene un valor representativo de 8.00 indicando que es el valor más repetido de mayor frecuencia recibida. Se encuentra la mínima efectividad de la energía solar en la reducción de los costos energéticos es de 1 y la máxima efectividad de la energía solar en la reducción de los costos energéticos es de 10. El percentil del 25% de la efectividad de la energía solar en la reducción de los costos energéticos está por encima de 8 y por debajo de 7.00, El percentil del 50% de la efectividad de la energía solar en la reducción de los costos energéticos está por encima de 9 y por debajo de 8.00, el percentil del 75% de la efectividad de la energía solar en la reducción de los costos energéticos está por encima de 10 y por debajo de 9.00, lo que quiere decir que la efectividad de la energía solar para la reducción de los costos energéticos, se encuentra en un rango de 7 a 10.

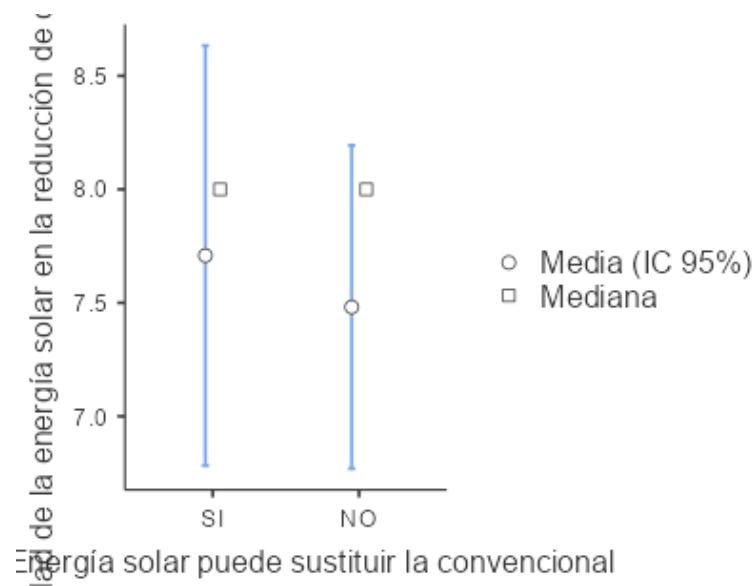


Figura 1. *Relación de sustitución energía convencional por solar y la reducción de costos energéticos*

Fuente: Autor, a partir de Jamovi (2024)

Con figura 1, realizada con la prueba t de muestras independientes, se representa la comparación entre sustituir la energía convencional por la solar como la relación con su repercusión. En el eje vertical se refleja la efectividad de la energía solar en la reducción de costos energéticos en una escala del 1 al 10 y el eje horizontal evidencia con un SI que están de acuerdo con sustituir la energía solar y con un No los que no están de acuerdo. La media por la reducción de costos energéticos graficada con un círculo tiene credibilidad en el cambio con un 95% donde las respuestas positivas tienen más confianza que la respuesta negativa. De igual manera, la mediana presenta más credibilidad en que no se puede sustituir y un promedio más bajo para las respuestas positivas.

5. ANÁLISIS DE RESULTADO

Dentro del análisis se tiene en claro en primera medida que la energía solar es una fuente renovable y limpia que ofrece numerosos beneficios, entre los que se destaca la disminución de emisiones de gases invernadero como como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), estos gases son responsables que se genere el efecto invernadero, que es el calentamiento global del planeta debido a la acumulación de dichos gases en la atmósfera, dentro de los resultados presentados el 45% corresponde al beneficio más importante de la energía solar haciendo referencia a la disminución de emisiones de gases de efectos invernadero, A partir de esta perspectiva, se integran hallazgos obtenidos de investigaciones previas, como las de (Coque Torres, 2024) donde demuestran que una electricidad limpia es posible con el aumento constante de implementación de energías renovables alineándose al plazo del programa para el medio ambiente de actualización que está previsto para el año 2025 antes de la COP30, en donde se necesitan reducciones del 42% para 2030 y del 57% para 2035 para alcanzar el objetivo de limitar el calentamiento global a 1,5 °C.

En relación con los resultados indican que el 39% afirman que los paneles solares afectan la fauna y flora en el área donde se instalan, predominando un 61% haciendo referencia que la instalación de paneles solares no requiere la eliminación de la vegetación nativa, lo que significa que la fauna del área puede seguir habitando y alimentándose en el lugar, De hecho, algunos estudios han demostrado que la instalación de paneles solares puede incluso beneficiar a la fauna local al proporcionar un hábitat para algunas especies de aves y reptiles según (Pasqualino, 2015) coincide los resultados con la teoría, pues en el año 2021 por la Unión Española Fotovoltaica (UNEF) afirma, que las plantas fotovoltaicas tienen un impacto positivo sobre la biodiversidad de la superficie donde se establecen. Por lo tanto, la energía fotovoltaica en general, representa un recurso importante y una victoria en lo que respecta a la diversidad biológica.

Por otra parte, se identificó con el 51% que la contaminación ambiental también se da por la acumulación de paneles solares después de su vida útil, según señala (Corona, 2020) la vida útil de un panel solar cuando es desechado y reciclado correctamente no genera vapores nocivos que afecten a salud ni provocan daños en el suelo en donde éstos se desechan incorrectamente. Por otro lado, distintas modificaciones en el ambiente pueden ocurrir debido a la presencia de estos

dispositivos, algunos de los cambios más destacados son la variación de la temperatura y de la humedad en el aire, alteraciones en la humedad del suelo y un aumento de calor en el área de instalación.

En cuanto al beneficio económico más importante que ofrece la energía renovable con 37% es el reducir el costo de electricidad con el tiempo, según señala (Quirama, 2022) y en coincidencia con los resultados los costos de la electricidad renovable se han reducido drásticamente en la última década debido a mejoras en tecnologías, economías de escala, cadenas de suministro más competitivas y la creciente experiencia de desarrolladores la energía solar FV a escala de servicio público ha registrado el mayor descenso de costos desde 2018 con un 82 %.

La percepción de la situación se muestra en que más del 50% de los encuestados crea que la energía solar no puede sustituir a la energía convencional sugiere una falta de confianza en esta fuente renovable, como lo menciona (Beltran & Manrique, 2019) sugiere que es muy importante informar a la comunidad, ya que ayuda a cambiar esta percepción negativa de la situación al punto de instalar paneles solares en sus hogares y esto lo corrobora (Sabadell, 2024) en su artículo para el diario El Salto, en donde algunas poblaciones de España no están de acuerdo con proyectos fotovoltaicos debido a su instalación sin consultar con las comunidades. Es importante contar con más información para transformar estas percepciones, ya que podría influir en políticas y especialmente decisiones sobre inversiones en energías renovables.

Sumándole a la percepción anterior, el 45% de los encuestados se preocupa de la dependencia climática, lo que indica que existe un reconocimiento de las limitaciones inherentes a la energía solar. Esto no es tan lejos de la realidad, ya que según (Solar 21, 2024) menciona que las condiciones climáticas afectan la energía renovable teniendo en cuenta variaciones como la temperatura y radiación, nubosidad, humedad y viento y eventos climáticos extremos. Lo anterior nos representa un desafío que se debe gestionar mediante tecnologías como sistemas de almacenamiento energético y estrategias que se adapten a las condiciones del lugar donde se ubiquen los paneles.

Tenemos el mismo porcentaje (45%) de los encuestados que consideran a la energía solar como una solución sostenible. Esta aceptación moderada lo explica (Rodriguez Segura, Frolova, & Osorio Aravena, 2023) que la aceptación de energías renovables depende de factores como la

localización y el tamaño de las instalaciones. Esto sugiere que la percepción de sostenibilidad no es absoluta, sino vinculada a condiciones específicas de implementación.

Con relación a los diferentes beneficios que trae al medio ambiente, tenemos el resultado del 45% de los encuestados que afirman el impacto positivo de las energías renovables en el medio ambiente, lo que hace referencia (Desha, y otros, 2009) a la importancia de la transición energética hacia energías renovables para contar con un sistema más resistente y sostenible, teniendo en cuenta que ayuda a reducir la dependencia de combustibles fósiles.

Según el resultado de la encuesta es muy importante continuar con la educación y concienciación y desarrollar programas a toda la comunidad en temas de desarrollo tecnológico en energía solar y las estrategias para superar las limitaciones, adicionalmente investigación constante para dar soluciones a las preocupaciones especialmente el tema de la dependencia climática y todo esto se puede lograr de una manera más fácil si se cuenta con políticas públicas que incentiven el uso de las energías.

Relevancia de los hallazgos

Los resultados de este análisis son relevantes porque evidencia que la energía solar es una de las principales fuentes de energía renovables para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). así mismo, la energía renovable puede aumentar la eficiencia energética, reduciendo la cantidad de energía necesaria para generar la misma cantidad de electricidad, por otra parte. la reducción de gases de efecto invernadero a través de paneles solares es una medida crucial para mitigar el cambio climático y proteger el medio ambiente, al igual que dichos paneles, que ofrecen una fuente de energía limpia y a favor de la biodiversidad que puede reducir significativamente las emisiones de GEI, ahorrar dinero, proporcionar independencia energética y disminución de costos. Esto no solo respalda la literatura previa, como la de (Rincón, 2018) si no también aporta un enfoque de educación hacia al impacto ambiental, ya que la energía solar siempre estará presente en el planeta y por ende su transformación y huella no genera residuos que contaminen el ambiente, esto juntamente con el aspecto social en donde al llegar a poblaciones que no se encuentran conectadas a las redes principales de suministro de energía, las poblaciones alejadas se verán beneficiadas en su aplicación ya que algunas de estas energías renovables no necesitan siempre de inversiones económicas altas o de gran valor. Por lo tanto, el análisis contribuye a una comprensión

integral del impacto de sobre los beneficios en el medio ambiente por el uso de la energía solar en Colombia y la toma de decisiones para mitigar las repercusiones de este.

6. CONCLUSIONES

Partiendo y haciendo un examen retrospectivo a nuestra pregunta investigación ¿Cómo identificar las repercusiones y beneficios en el medio ambiente por el uso de la energía solar en Colombia? vemos que desde los hallazgos encontrados nos revelan que la energía solar no solo representa una alternativa significativa para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y que pueden llegar a mitigar la huella de carbono, sino que también ofrece un potencial considerable para contribuir a la conservación ambiental en el país.

A través esta investigación y llegando a un profundo análisis sobre la pregunta en cuestión, se identificaron beneficios ambientales claros asociados con el uso de tecnologías solares, tales como la reducción de la dependencia de fuentes de energía no renovables y la disminución de la contaminación atmosférica. No obstante, también se reconocieron varios impactos negativos potenciales, incluyendo la alteración del uso del suelo y la necesidad de gestionar adecuadamente los materiales utilizados y los residuos generados durante el ciclo de vida de los paneles solares.

En respuesta a estos desafíos, se diseñaron estrategias específicas para mitigar las repercusiones, estas incluyen la adopción de prácticas sostenibles durante la instalación, la promoción de la reutilización y reciclaje de materiales, y la integración de sistemas solares en proyectos de desarrollo urbano planificado. Estas medidas buscan equilibrar los beneficios ambientales con la gestión de los posibles impactos adversos.

Para maximizar los beneficios ambientales de la energía solar en Colombia nos damos cuenta que, así como en la teoría previamente estudiada, analizada y comprendida es crucial fomentar políticas públicas que promuevan el uso de esta tecnología, al tiempo que se establecen normativas que aseguren prácticas sostenibles. Es conveniente, invertir en educación y capacitación para profesionales del sector, la comunidad y continuar con la investigación para explorar nuevas tecnologías y mejorar la sostenibilidad de los sistemas solares. Mientras que la energía solar ofrece una vía prometedora hacia un futuro más sostenible, es esencial abordar los desafíos asociados de manera proactiva.

El resultado de hallazgos a través de la codificación de datos fue una técnica esencial que permitió transformar información no numérica en datos numéricos, facilitando su análisis y procesamiento.

Esta técnica es ampliamente utilizada en la investigación científica, la estadística y la inteligencia de negocios para obtener insights valiosos de los datos. Al codificar los datos, se pueden identificar patrones, tendencias y relaciones que no serían evidentes de otra manera. Además, la codificación de datos es un paso crucial para la aplicación de técnicas de análisis estadístico y de aprendizaje automático, lo que permite obtener resultados más precisos y confiables.

De acuerdo con los resultados frente a análisis de datos realizado en el software Jamovi (como herramienta tecnológica para estadísticas y análisis de datos) podemos concluir que la herramienta facilita para el proyecto la realización de estadísticas de manera sencilla, lo cual permitió la interpretación de los resultados descriptivos e hipótesis frente a las características, prácticas y efectos asociados con la energía solar.

Con lo expuesto, se puede concluir que para obtener el resultado de la investigación fue esencial llevar a la práctica no solo lo aprendido en materia de investigación I y II durante la especialización, sino también las distintas formas de poder mostrar dicho resultado, construyendo el informe final estructurado con información clara, conciso, redacción cuidadosa y detallada con lenguaje comprensivo y herramientas de visualización de datos como las gráficas, tablas, anexos que presentan los resultados obtenidos de forma interactiva, profesional y concluyente. Así mismo se logró con los resultados de la investigación un informe final con un contenido estructurado para que otras partes interesadas puedan inspeccionar las metodologías y hallazgos resultado de la investigación, consiguiendo una divulgación de estos de forma clara y persuasiva, de manera que se adapte el mensaje al público objetivo logrando la credibilidad y confiabilidad de la investigación, como los datos obtenidos mediante la aplicación de encuestas lo que permitió una recolección y análisis de datos numéricos logrando resultados frente a la medición de las repercusiones ambientales respecto a implementación de energía solar en Colombia.

7. RECOMENDACIONES

7.1. Acciones Claves

La energía solar es una opción clave, viable y sostenible para la generación de energía en Colombia, se posicionó como una fuente de energía renovable para reducir la dependencia de fósiles y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto conlleva la necesidad de atemperar el cambio climático, asegurar la energía e impulsar la sostenibilidad. El uso de la energía solar se destaca por ser potencialmente una energía limpia y de desarrollo energético sostenible, con su tecnología fotovoltaica y térmica se volvió una alternativa para la energía convencional basada en combustibles fósiles.

Implementar los paneles solares, permite optimizar las ventajas de la energía solar y maximiza la eficiencia y la producción de energía renovable a través de componentes de alta calidad, el diseño, la configuración óptima, el monitoreo y mantenimiento constante, por lo que al optimizar el uso de estos paneles se puede reducir los costos de energía y obtener beneficios ambientales. Entre los beneficios sociales que genera la investigación, es la creación de empleos por el crecimiento rápido del mundo, generando empleos en la fabricación, instalación y mantenimiento de los paneles solares, mejorando la calidad de vida en áreas rurales o remotas donde la energía eléctrica es escasa o inexistente para algunas poblaciones, es crucial llevar a cabo investigaciones y desarrollar tecnologías solares que se adapten a las condiciones climáticas y geográficas del país, dado que Colombia se encuentra en la zona ecuatorial, lo que le otorga un gran potencial para la generación de energía solar (Tecnalia Colombia, 2024).

Teniendo en cuenta lo anterior es importante promover las alianzas público-privadas: lo que facilita la implementación de estrategias no solo para mitigar la huella de carbono, sino también para la contribución a la conservación ambiental del país y así mismo a las acciones que se emplean en el desarrollo de proyectos. Para ello se recomienda la implementación de diferentes estrategias como; fomentar la transición de las fuentes de energía fósiles a energías renovables como la solar eólica e hidroeléctrica, de igual manera la aplicación de medidas eficientes en diferentes fuentes consumidoras para así reducir el consumo de energía y al mismo tiempo la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Es importante mencionar que la implementación de prácticas sostenibles del manejo de los recursos naturales, como el agua, la tierra y los minerales es esencial para la conservación de estos.

Priorizar la participación comunitaria involucrando a la comunidad desde el inicio del proyecto, incluyendo contratación de mano de obra local y programas de capacitación, ayudará a mejorar en el desarrollo y ejecución del proyecto; Por medio de la estrategia educación y conciencia ambiental. De igual manera Apoyar cooperativas y asociaciones para fomentar la creación de entidades que se dediquen a la producción y comercialización de energía solar, así como educar a la población sobre sus beneficios.

7.2. Líneas Futuras de Investigación

Según los hallazgos encontrados se identificaron diferentes beneficios ambientales asociados con el uso de tecnologías solares, así mismo la reducción de la dependencia de fuentes de energía no renovable, para ello se aplicó como herramienta el estudio sobre análisis de ciclo de vida para evaluar el impacto ambiental de la energía solar en sus diferentes etapas, desde la extracción de materiales hasta la disposición final de residuos y así corroborar el beneficio ambiental del uso de energía renovable, es importante que a partir de los beneficios y el diagnóstico encontrado se empleen diferentes herramientas y métodos para proseguir en la investigación con base a la implementación y el uso de tecnologías solares, una de las herramientas a utilizar es recurrir a modelos de simulación, para evaluar el potencial de la energía solar en diferentes regiones y contextos para analizar el impacto ambiental de diferentes escenarios de implementación.

Una de las líneas más importante para futuros estudios es el análisis detallado de la variable del beneficio económico de la energía renovable y su relación con la sustitución de la energía convencional. Actualmente se ha evidenciado que las energías renovables tienen beneficios económicos como son la reducción de costos (ahorro de dinero en las facturas), creación de empleos, reducción de la dependencia energética y la relación con la sustitución de la energía convencional dado que son una solución limpia que evita la degradación ambiental y no afecta el cambio climático, ayudan a disminuir la migración rural y pueden mejorar el medio ambiente y la sociedad. La (ONU) señala que se necesitarán inversiones en energías renovables hasta el año 2030 para lograr alcanzar el objetivo de emisiones cero netas para el año 2050, por lo tanto, es fundamental integrar estos factores en futuros análisis. Este enfoque ayudara a promover la alianzas público-privadas que faciliten la implementación de este tipo de proyectos y de igual manera, permitirá que el sector público desarrolle políticas y regulaciones que apoyen al desarrollo

de la energía solar por medio de la creación de incentivos fiscales y la simplificación de trámites para la instalación de sistemas solares.

Entre otras líneas importantes para futuras investigaciones que no fueron enfocadas en esta investigación y que se consideran importantes de realizar con el fin de implementar en diferentes zonas el uso de la energía renovable son: Análisis de casos de proyectos de energía solar en diferentes regiones y contextos para evaluar su impacto ambiental e identificar mejores prácticas para la caracterización de los beneficios y potenciales que se lograran. Realizar investigaciones de campo para evaluar el impacto ambiental de la energía solar en diferentes contextos, incluyendo la evaluación de la calidad del aire, agua, y la identificación de impactos en la biodiversidad es una herramienta clave para retroalimentar futuras investigaciones con base al uso de energía solar en Colombia. Y, por último, analizar las políticas y regulaciones que apoyan o limitan el desarrollo de la energía solar, y evaluar su impacto en el medio ambiente y la sociedad, usando técnicas de evaluación de riesgos potenciales asociados con la energía solar y así mismo para identificar estrategias de mitigación.

7.3. Limitaciones del Estudio Para Futuros Investigadores

Para esta investigación una de las principales limitaciones registrada fue el tamaño de la muestra de la población para realizar el análisis de las variables establecidas, por lo cual es recomendable ampliar la muestra con el fin de obtener resultados mas representativos y encontrar mas diferencias que sean significativas entre los participantes.

Otra limitación importante, es la ausencia de variables cuantitativas normalizada, se contó con una asimétrica, lo que puede afectar la interpretación de los resultados. Incorporar estas variables que sean normalizadas, en las investigaciones futuras permitirá tener un análisis más objetivo y completo de los beneficios al implementar la energía renovable, apoyar al cuidado del medio ambiente, la fauna, flora y la sustitución de la energía convencional por la solar.

Bibliografía

- Elkadi, N. (16 de Julio de 2024). *National geographic*. Obtenido de <https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2022/04/la-energia-solar-y-su-potencial-para-ayudar-a-reducir-el-calentamiento-global>
- Ebi, K. L. (2022). *Naciones Unidas*. Obtenido de <https://www.un.org/es/climatechange/ipcc-wgii-report>
- Hernandez, R. (17 de Abril de 2017). *Revistas ciencias estrategicas*. Obtenido de <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/8035/Art%C3%ADculo%206.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ortega, M. (Febrero de 2019). *Science Direct*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032118307147?via%3Dihub>
- Herrera, A. (2023). *Ecologia Digital*. Obtenido de <https://ecologiadigital.bio/desarrollo-sostenible-es-aquel-que-busca-equilibrio-entre-el-crecimiento-economico-y-la-preservacion-del-medio-ambiente/>
- Hernandez. (2018). Obtenido de <https://lasceldasfotovoltaicas.com/como-se-fabrican-las-celdas-fotovoltaicas-proceso-paso-a-paso/>
- Arias, D. (Enero-junio de 2022). *SCielo*. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2602-84922022000100091
- Adam Dolezal, A. M. (2013). *Worldwatch Institute*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Alexander-Ochs/publication/303811457_La_Ruta_hacia_el_Futuro_para_la_Energia_Renovable_en_Centroamerica_Evaluacion_de_la_Situacion_Actual_Mejores_Practicas_Analisis_de_Brechas/links/58aebd4ca6fdcc6f03f0cf61/La-Ruta-hac
- Mercado, M. R. (2023). Metodología cualitativa. En *Metodología cualitativa: uso y aplicación de técnicas para el estudio social* (pág. 214). Ciudad de Mexico: UNAM, Facultad de Estudios Superiores Aragón.
- Messenger, R. &. (Junio de 2010). *Photovoltaic Systems Engineering*. Obtenido de <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781315218397/photovoltaic-systems-engineering-roger-messenger-homayoon-amir-abtahi>
- República de Colombia. (2014). *Ley 1715 de 2014* . Obtenido de https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1715_2014.htm
- Republica de Colombia. (2015). *Decreto 2143 de 2015*. Obtenido de <https://www.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%202143%20DEL%2018%20DE%20NOVIEMBRE%20DE%202015.pdf>

- Comisión de Regulación de Energía y Gas . (2018). *Resolución CREG 030 de 2018*. Obtenido de <https://www.creg.gov.co/documents/10182/1333942/Resoluci%C3%B3n+CREG+030+de+2018.pdf>
- República de Colombia. (2017). *Decreto 348 de 2017*. Obtenido de <https://www.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20348%20DE%202017.pdf>
- República de Colombia. (2019). *Ley 1955 de 2019* . Obtenido de https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1955_2019.htm
- Unidad de Planeación Minero Energética. (s.f.). *Resoluciones sobre energías renovables*. . Obtenido de <https://www.upme.gov.co/Paginas/Resoluciones.aspx>
- Rodríguez Rosales, L. E. (2024). *El comercio electrónico transfronterizo: derecho comparado de las legislaciones de Ecuador, Chile y Colombia 2023*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2024.
- Elkadi, M. (2024). *Impacto ambiental de las tecnologías solares*. *Revista de Energía Sostenible*. Obtenido de <https://doi.org/xx.xxx/yyyy>
- Hernández, R. (2017). *Energía solar y sostenibilidad*. Editorial Verde. Obtenido de <https://doi.org/xx.xxx/yyyy>
- Coque Torres, L. G. (2024). *Análisis de Instalaciones fotovoltaicas para suplir la demanda energética de la industria y reducir su huella de carbono*.
- Pasqualino, J. C. (2015). *Los impactos ambientales de la implementación de las energías eólica y solar en el Caribe Colombiano*.
- Corona, A. C. (2020). *Evaluación del rendimiento y del impacto ambiental de los paneles solares*.
- Quirama, U. A. (2022). *Beneficios económicos de la energía renovable en Colombia*. *Administración & Desarrollo*, 52(2), 171-183.
- Rincón, S. M. (2018). *Energías renovables un futuro optimo para Colombia. Punto de vista*.
- Beltran, & Manrique. (2019). *Estudio correlacional entre la energía eléctrica convencional y la energía solar fotovoltaica en hogares residenciales de la ciudad de Bogotá*. Bogotá, Colombia.
- Sabadell. (11 de Octubre de 2024). *Energías renovables sí, pero no así. Entonces, ¿cómo? El Salto*.
- Solar 21. (2 de Diciembre de 2024). *Solar 21 energias renovables*. Obtenido de <https://solar21.es/condiciones-climaticas-en-la-produccion-en-energia-solar/>
- Rodriguez Segura, F. J., Frolova, M., & Osorio Aravena, J. C. (2023). *Energías renovables y aceptación social en Europa: explorando tendencias a través de un estudio comparativo*. España.

- Desha, Weizsacker, C. &, Hargroves, E. &, Smith, K. &, Stasinopoulos, M. &, & Peter. (2009). *Factor cinco. Transformación de la economía mundial mediante mejoras del 80% en la productividad de los recursos*. Earthscan Routledge.
- Tecnalia Colombia. Obtenido de <https://tecnaliacolombia.org/impulsando-futuro-energetico-sostenible-colombia/>. (Tecnalia Colombia.2024).
- Tecnalia Colombia, 2024. (s.f.). Tecnalia Colombia. (11 de Julio de 2024). Tecnalia Colombia. Obtenido de <https://tecnaliacolombia.org/impulsando-futuro-energetico-sostenible-colombia/>.
- 2024)., T. C. (s.f.). *Tecnalia Colombia*. Obtenido de <https://tecnaliacolombia.org/impulsando-futuro-energetico-sostenible-colombia/>.
- engi. (19 de Marzo de 2020). *engi*. Obtenido de <https://engi.co/componentes-energia-solar/>. (s.f.).
- Solmic. (s.f.). *Solmic*. Obtenido de <https://www.solmic.co/energia-solar-en-colombia>. (s.f.).
- ONU. (s.f.). <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/renewable-energy>.
- Dixon, J. &. (1998). *Análisis económico y evaluación ambiental. Environmental Assessment Sourcebook*, 23, 1-17.
- Prias, O. &. (2014). *Modelo estratégico de innovación para impulsar la gestión energética en Colombia, Energética*, (44), 61-68.
- Arencibia-Carballo, G. (2016). La importancia del uso de paneles solares en la generación de energía eléctrica. REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 17(9), 1-4.
- Díaz-Rodríguez, J., Pabón-Fernández, L., & Pardo-García, A. (2012). Sistema híbrido de energía utilizando energía solar y red eléctrica. *Lámpsakos (revista descontinuada)*, (7), 69-77.
- Rodríguez-Borges, C. G., & Sarmiento-Sera, A. (2011). Dimensionado mediante simulación de sistemas de energía solar fotovoltaica aplicados a la electrificación rural. *Ingeniería Mecánica*, 14(1), 13-21.
- Green, M. A. (2005). *Silicon Solar Cells: Advanced Principles & Practice*. Centre for Photovoltaic
- Kaltschmitt, M. (2007). *Renewable Energy: Technology, Economics and Environment*. Springer.
- Bernal Torres, C. A. (2022). Descripción y análisis de resultados. En *Metodología de la investigación* (p. 303). Pearson Educación.
- Hernández Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. P. (2018). Elaboración del reporte de resultados del proceso cuantitativo y del proceso cualitativo. En *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (pp. 570-608). McGraw-Hill.

Mukherjee, S. P. (2019). Analysis of dynamic data. En *A guide to research methodology: An overview of research problems, tasks and methods* (pp. 213-220). Taylor & Francis Group.

Pimienta Prieto, J. H., Estrada Coronado, R. M. y de la Orden Hoz, A. (2018). Reporte de investigación. En *Metodología de la investigación: competencias + aprendizaje + vida* (pp. 100-133). Pearson Educación.

Coque Torres, L. G. (2024). Análisis de Instalaciones fotovoltaicas para suplir la demanda energética de la industria y reducir su huella de carbono.

Pasqualino, J., Cabrera, C., & Vanegas Chamorro, M. (2015). Los impactos ambientales de la implementación de las energías eólica y solar en el Caribe Colombiano. *Prospectiva*, 13(1), 68-75.

Corona, A. C. R., & Cruz, P. P. (2020). Evaluación del rendimiento y del impacto ambiental de los paneles solares.

Quirama, U., Aguirre, J. S., Machado, M. M., Romaña, C. M., & Beleño, L. C. V. (2022). Beneficios económicos de la energía renovable en Colombia. *Administración & Desarrollo*, 52(2), 171-183.

Rincón, S. M., & Camargo, A. K. V. (2018). Energías renovables un futuro optimo para Colombia. *Punto de vista*, 9(13), 2.

JAMOVI <https://www.jamovi.org/>

ANEXOS

Anexos 1. Encuesta realizada sobre la energía solar

ENCUESTA

1. De acuerdo con (Hernández, 2017)"La energía solar, reconocida por sus bajas emisiones (14 g CO₂-eq·kW·h⁻¹) en contraste con los 608 g CO₂-eq·kW·h de derivados fósiles como el gas natural, se destaca como una solución medioambiental sostenible potencial". **califique la afirmación anterior.**
 - Muy en desacuerdo.
 - En desacuerdo.
 - Neutral.
 - De acuerdo.
 - Muy de acuerdo.
2. **¿Qué beneficios de la energía solar considera más importantes? Por favor seleccione solo una de las siguientes categorías.**
 - Reducción de costos energéticos.
 - Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero.
 - Independencia energética.
 - Creación de empleos.
3. **En una escala del 1 al 10, ¿cómo califica la efectividad de la energía solar en la reducción de costos energéticos?**
4. De las siguientes afirmaciones califique de acuerdo o en desacuerdo. **El área donde se instalan los paneles solares afecta notablemente la fauna.**
 - De acuerdo
 - Desacuerdo
5. De la siguiente afirmación califique, de acuerdo o en desacuerdo. **El área donde se instalan los paneles solares afecta notablemente la flora.**
 - De acuerdo
 - Desacuerdo
6. De la siguiente afirmación califique, de acuerdo o en desacuerdo. **La acumulación de paneles solares después de su vida útil provoca más contaminación ambiental.**
 - De acuerdo
 - Desacuerdo

7. ¿Cuál beneficio económico de la energía renovable considera importante?

- Reduce el costo de electricidad con el tiempo.
- Largo periodo de vida de los colectores (más de 15 años).
- Ahorros económicos significativos.
- Tiempo de la recuperación de la inversión relativamente corto.

8. ¿Está de acuerdo que las energías renovables se presentan como un medio para evitar el daño al medio ambiente?

- Totalmente de acuerdo.
- De acuerdo.
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
- En desacuerdo.

9. ¿Cree usted que la energía solar puede sustituir la energía convencional?

- Si
- No

10. ¿Cuáles son las desventajas de la energía solar? Por favor seleccione una opción.

- Dependencia de las condiciones climáticas.
- Inversión económica inicial.
- Espacio óptimo para la instalación.
- La producción de energía no es lineal.

Anexos 2. Variables establecidas para el análisis y codificación de datos

Variable	Descripción	Variable	Tipo Variable	Respuesta
De acuerdo con (Hernández, 2017)"La energía solar, reconocida por sus bajas emisiones (14 g CO ₂ -eq·kW·h ⁻¹) en contraste con los 608 g CO ₂ -eq·kW·h de derivados fósiles como el gas natural, se destaca como una solución medioambiental sostenible potencial". califique la afirmación anterior.	Energía solar califique	Cualitativa	Nominal/Politómica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Muy en desacuerdo 2. En desacuerdo 3. Neutral 4. De acuerdo 5. Muy de acuerdo
¿Qué beneficios de la energía solar considera más importantes? Por favor seleccione solo una de las siguientes categorías.	Beneficio energía solar	Cualitativa	Nominal/Politómica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reducción de costos energéticos. 2. Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero. 3. Independencia energética. 4. Creación de empleos.
En una escala del 1 al 10, ¿cómo califica la efectividad de la energía solar en la reducción de costos energéticos?	Escala efectividad energía solar	Cuantitativa	Continuas	Numérica
De la siguiente afirmación califique, de acuerdo o en desacuerdo. El área donde se instalan los paneles solares afecta notablemente la fauna.	Afectación fauna	Cualitativa	Nominal/dicotómica	<ol style="list-style-type: none"> 1. De acuerdo 2. En desacuerdo
De la siguiente afirmación califique, de acuerdo o en desacuerdo, El área donde se instalan los paneles solares afecta notablemente la flora.	Afectación flora	Cualitativa	Nominal/dicotómica	<ol style="list-style-type: none"> 1. De acuerdo 2. En desacuerdo

Variable	Descripción	Variable	Tipo Variable	Respuesta
De la siguiente afirmación califique, de acuerdo o en desacuerdo. La acumulación de paneles solares después de su vida útil provoca más contaminación ambiental.	Panel solar contaminación	Cualitativa	Nominal/dicotómica	1. De acuerdo 2. En desacuerdo
¿Cuál beneficio económico de la energía renovable considera importante?	Beneficio económico	Cualitativa	Nominal/Politémica	1. Reduce el costo de electricidad con el tiempo. 2. Largo periodo de vida de los colectores (más de 15 años). 3. Ahorros económicos significativos. 4. Tiempo de la recuperación de la inversión relativamente corto.
¿Está de acuerdo que las energías renovables se presentan como un medio para evitar el daño al medio ambiente?	Energía renovable daño medio ambiente	Cualitativa	Nominal/Politémica	1. Totalmente de acuerdo 2. De acuerdo 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo 4. En desacuerdo
¿Cree usted que la energía solar puede sustituir la energía convencional?	Energía solar sustituye convencional	Cualitativa	Nominal/dicotómica	1. SI 2. NO
¿Cuáles son las desventajas de la energía solar? Por favor seleccione una opción.	Desventajas	Cualitativa	Nominal/Politémica	1. Dependencia de las condiciones climáticas. 2. Inversión económica inicial. 3. Espacio óptimo para la instalación. 4. La producción de energía no es lineal.

