

**Análisis de las razones detrás del bajo uso o desconocimiento de las Fuentes No  
Convencionales de Energía Renovable en Colombia**

Elaborado por:

Nicolle Daiana Galindo Galindo

Camilo Andrés Fuentes Susatama

Edwin Janier Ospina Bonilla

Universidad EAN

Especialización en Gerencia de Tecnología

Seminario de Investigación

14/06/2024

Bogotá

## Tabla de contenido

Resumen .....	3
Problema de Investigación.....	5
Antecedentes .....	5
Descripción del problema .....	5
Objetivos.....	7
Objetivo general .....	7
Objetivos específicos .....	7
Justificación .....	7
Marco Teórico .....	9
Fuentes No Convencionales de Energía Renovable .....	9
Tipos de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable .....	9
Recursos en Colombia de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable .....	9
Marco legal .....	10
Impactos ambientales.....	11
Impactos económicos .....	12
Impactos sociales .....	12
Tecnologías .....	13
Barreras económicas, tecnológicas y políticas.....	14
Metodología.....	15
Enfoque, alcance y diseño de la investigación.....	15
Alcance de la Investigación .....	16
Diseño de la Investigación .....	18
Definición de variables .....	19
Población y muestra .....	21
Selección de métodos o instrumentos para recolección de información .....	22
Técnicas de análisis de datos .....	23
Análisis y discusión de los resultados .....	23
Análisis de datos cuantitativos.....	23
Análisis de datos cualitativos .....	30
Análisis del impacto ambiental .....	31
Conclusiones .....	40
Anexos.....	43
Lista de referencias.....	45

## Tabla de ilustraciones

<b>Ilustración 1.</b> Resultados de la pregunta: ¿De dónde es usted? – Elaboración propia .....	24
<b>Ilustración 2.</b> Resultados de la pregunta: ¿A qué estrato pertenece? – Elaboración propia .....	24
<b>Ilustración 3.</b> Resultados de la pregunta: ¿Conoce usted que son las fuentes no convencionales de energía renovable? – Elaboración propia .....	25
<b>Ilustración 4.</b> Resultados de la pregunta: ¿Qué tan seguido escucha acerca de las fuentes no convencionales de energía renovable? – Elaboración propia .....	25
<b>Ilustración 5.</b> Resultados de la pregunta: ¿Sabe en dónde encontrar información acerca de las fuentes no convencionales de energía renovable? – Elaboración propia.....	26
<b>Ilustración 6.</b> Resultados de la pregunta: ¿Sabe usted si tiene potencial energético en su ciudad? – Elaboración propia.....	26
<b>Ilustración 7.</b> Resultados de la pregunta: ¿Usted ha implementado fuentes no convencionales de energía renovable en su casa? – Elaboración propia.....	27
<b>Ilustración 8.</b> Resultados de la pregunta: ¿Qué barreras considera usted que le impiden la implementación de fuentes renovables de energía? – Elaboración propia .....	28
<b>Ilustración 9.</b> Resultados de la pregunta: ¿Conoce los beneficios tributarios al implementar fuentes no convencionales de energía renovable? – Elaboración propia .....	28
<b>Ilustración 10.</b> Resultados de la pregunta: ¿Conoce el impacto ambiental de las Fuentes no convencionales de energía renovable? – Elaboración propia .....	29
<b>Ilustración 11.</b> Resultados de la pregunta: ¿Qué lo impulsaría a utilizar Fuentes No Convencionales de Energía Renovable? – Elaboración propia .....	29
<b>Ilustración 12.</b> Resultados de la pregunta: ¿Qué barreras considera usted que le impiden la implementación de fuentes renovables de energía? Seleccionado por estratos – Elaboración propia .....	30

## Resumen

La investigación examina la baja adopción de fuentes no convencionales de energías renovables (FNCER) en Colombia, ya que el país tiene un gran potencial energético para las fuentes de energía renovables como la solar, la eólica y la biomasa. Sin embargo, solo el 3.5% de la generación de energía corresponde a su implementación, lo que quiere decir que enfrenta barreras para adoptarlas en el país. El estudio se basa en la identificación de las barreras económicas, tecnológicas y sociales, además de evaluar el impacto ambiental. Para poder realizar el análisis correspondiente, se realizará una encuesta a una población seleccionada de cuatro ciudades, para determinar las barreras de la implementación de FNCER y se analizará el impacto ambiental mediante el método arboleda.

**Palabras Claves:** Fuente de energía renovable, cambio climático, energía solar, energía eólica, biomasa.

## **Problema de Investigación**

### **Antecedentes**

Las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable han sido en los últimos años una solución para el cambio climático, además de una alternativa para producir energía y responder a la demanda energética mundial, aproximadamente el 7,4% de la producción total de electricidad en el mundo se satisfizo con energía renovable en 2016, y esta tasa aumentó al 12,8% en 2021 (Yolcan, 2023). Por otro lado, según Hwang (2024) en Latinoamérica, los países exhiben un efecto positivo más fuerte de la transición a las energías renovables, debido a que, los países con una alta dependencia de minerales y combustibles fósiles buscan nuevas alternativas para la generación de energía y poder diversificar la matriz energética del país.

Finalmente, Colombia ocupa el puesto 137 del ranking de países por emisiones de CO<sub>2</sub>, formado por 184 países (Datos Macro, 2021), es decir, no emite un porcentaje significativo de GEI a nivel global, sin embargo, dentro de sus políticas, existe una ruta de transición energética cuyos objetivos son impulsar la penetración de energías renovables en la matriz de generación y la respectiva disposición de infraestructura y tecnología avanzada en el sistema energético (Departamento Nacional de Planeación, 2023).

### **Descripción del problema**

Actualmente, según el sistema de información de Parámetros técnicos de Elementos del Sector Eléctrico Colombiano (PARATEC), el porcentaje de capacidad efectiva neta de fuentes no convencionales de energía renovable en Colombia es del 3,5% aproximadamente con energía solar y eólica. Una de las causas de la baja utilización de FNCER es la desinformación acerca de los beneficios que tiene la implementación, los incentivos tributarios propuestos por el país y

la accesibilidad a las tecnologías, dado el desconocimiento, no se ha logrado una buena transición hacia las fuentes no convencionales de energía renovable.

Depender de una o dos fuentes de energías convencionales genera impedimentos o retrasos cuando se trabaja en una nueva investigación hacia otras fuentes renovables de energía, como la normatividad y las políticas: quizá no estén formuladas para apoyar el crecimiento de las fuentes de energía renovables y retrase los proyectos. Sin embargo, el potencial energético de Colombia impulsa al país hacia una transición energética, como menciona el Ministerio de Minas y Energía (2023) “Colombia cuenta con un alto potencial de energías renovables, esto trae como beneficio un bajo costo en la producción de la electricidad” (Párrafo 4).

Por otro lado, la falta de conocimiento acerca de los beneficios de implementar fuentes no convencionales de energía renovable afecta los objetivos de desarrollo sostenible del país, debido a que la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) evidencia que “Colombia solo alcanzará 23 de sus 117 Objetivos de Desarrollo Sostenible en 2030” (párrafo 7) (OCDE), (2022), ya que, se registran menos avance son los de energías renovables asequibles y no contaminantes con un 30,66% y acción por el clima un 36,07% (Patiño, 2023).

Adicionalmente, al no adoptar las fuentes no convencionales de energía renovable se aumenta la temperatura en la tierra y en el mar, según (Svatetz, 2023) la concentración de los gases de efecto invernadero es el causante del cambio climático, puesto que, la generación de energía por medio de combustibles fósiles genera grandes cantidades de dióxido de carbono y demás gases contaminantes.

Para responder la pregunta ¿Cuáles son las razones detrás del bajo uso o desconocimiento de las energías renovables en Colombia? Se deben identificar las barreras económicas, políticas y tecnológicas con el fin de dar a conocer los problemas relacionados con la baja adopción de los sistemas renovables y poder encontrar estrategias para la divulgación de los beneficios establecidos por el estado, además de las ventajas ambientales.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Identificar las razones detrás del bajo uso o desconocimiento de las energías renovables en Colombia.

### **Objetivos específicos**

- Investigar las barreras económicas, tecnologías y políticas que limitan la adopción de energías renovables.
- Realizar encuestas y análisis para evaluar el nivel de conocimiento sobre las energías renovables en Colombia
- Determinar el impacto ambiental de las energías renovables en Colombia.

## **Justificación**

El uso de fuentes no convencionales de energía renovable sigue siendo significativamente bajo en comparación con las fuentes de energía convencionales (Deloitte, 2019). Esta disparidad refleja la necesidad urgente de idear nuevas estrategias y enfoques innovadores para mejorar y aumentar sus usos. Los beneficios de realizar esta investigación es identificar las ventajas de las fuentes no convencionales de energía renovable y las barreras financieras, regulatorias y

sociales que pueden llegar a detener la implementación de estos sistemas con el fin de poder generar estrategias tecnológicas para mitigar la desinformación relacionado con el tema.

Al reconocer las causas y motivos que impiden el fortalecimiento en el mercado energético renovable e identificar los riesgos y dificultades que se plantea una persona o empresa al momento de iniciar un proyecto con estas características, permitirá generar acciones para incentivar movimientos en la rama legislativa o de ejecución de proyectos de energía en el país mejorando así las políticas establecidas con el fin de que la población pueda acceder a estas tecnologías buscando los beneficios de la implementación.

La identificación de las barreras de la implementación de las fuentes no convencionales de energía impulsará la generación de nuevas políticas para aumentar su participación en el país y tendrá un aporte social significativo dado que beneficia a la población por medio de los incentivos tributarios, el acceso a la información de la tecnología y la utilización de los recursos renovables disponibles. Además de impulsar nuevas investigaciones que complementen la generación de soluciones para incentivar a las personas o empresas a implementar estas tecnologías. Finalmente, desde la especialización en gerencia de tecnología se pueden generar estrategias para transmitir los beneficios de las fuentes lo convencionales de energía renovable y sus posibles barreras que no permiten una adecuada implementación en el país.

## **Marco Teórico**

### **Fuentes No Convencionales de Energía Renovable**

La Administración de Información Energética de Estados Unidos de América define a las fuentes no convencionales de energía (FNCER) como la energía proveniente de fuentes que se reponen naturalmente pero cuyo flujo es limitado (2019), como la energía solar, eólica, biomasa, entre otras.

### **Tipos de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable**

En la investigación se resaltarán tres Fuentes No Convencionales de Energía Renovable, primero está la energía solar, la cual se refiere a la radiación electromagnética emitida por el sol que es capturada y convertida en energía utilizable, principalmente a través de tecnologías como los paneles solares fotovoltaicos o los sistemas de concentración solar. En segundo lugar, se habla de la energía eólica que se refiere a la energía cinética contenida en el movimiento del viento, la cual puede ser capturada y convertida en electricidad mediante el uso de aerogeneradores. Y, finalmente el estudio relaciona la biomasa, la cual se refiere a la materia orgánica de origen vegetal o animal que puede ser utilizada como fuente de energía renovable. Esta materia puede incluir residuos agrícolas, forestales, urbanos o industriales, así como cultivos energéticos específicamente cultivados para su aprovechamiento energético (Basotec, 2023, parr. 5).

### **Recursos en Colombia de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable**

En Colombia se tienen los recursos renovables mencionados anteriormente, como la radiación solar, ya que su posición geográfica, es favorecida con una gran disponibilidad de este recurso, ya que, según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales “los valores de

irradiación global recibida en superficie oscilan, desde un máximo de entre 5,5 y 6,0 kWh/m<sup>2</sup> por en el norte de la región Caribe, hasta mínimos de entre 3,5 y 4,0 kWh/m<sup>2</sup> por día en la región Pacífica” (IDEAM, 2024, parr. 9).

Por otra parte, se tiene el recurso eólico el cual, según un estudio de Gil Ruiz (2021) existen diferentes áreas con potencial eólico comercial, tanto en tierra como en alta mar a lo largo de las costas del país. Y, finalmente, una de las fuentes de generación de energía importante es la biomasa, la cual se basa en la utilización de la materia orgánica formada por vía biológica en un pasado inmediato o de los productos derivados de ésta (Fernández, 2003, parr. 3), es decir, Colombia al ser un país rico en agricultura y ganadería, debe aprovechar los residuos que se deja en cada cadena de valor y generar un nuevo producto, como lo es la energía.

## **Marco legal**

El porcentaje de las fuentes no convencionales de energía renovable en el país es bajo a pesar de que el estado colombiano ha promovido algunas leyes como la 1715 de 2014 y la ley 2099 de 2021 para la implementación de nuevos modelos de generación basados en FNCER tales como la energía solar, eólica y biomasa, entre otras fuentes (Torres, A, et al., s.f). La ley 2099 de 2021 se creó con el fin de dictar las disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y otras disposiciones (Ley 2099, 2021) con el objetivo de impulsar a la población a utilizar nuevas fuentes de energía. También se decretó la ley 1715 de 2014 para regular la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional y dentro de ella se establecieron beneficios tributarios como la deducción del impuesto sobre la renta, la depreciación acelerada, la exclusión

de bienes y servicios del IVA y la exención de gravámenes arancelarios (Ley 1715, 2014).

Por otro lado, dentro del decreto 1715 del 2014 se creó el artículo 10 con el fin de establecer un Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGÉ) para financiar programas de FNCER y del uso racional de la energía en sectores residenciales de estrato 1, 2 y 3 (FENOGÉ). El propósito del fondo es incentivar y promover el uso sostenible de la energía, además de apoyar proyectos de autogeneración a pequeña escala, adecuación de instalaciones para eficiencia energética, entre otros. También se creó el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas (IPSE) para planificar y promocionar soluciones energéticas en las Zonas No Interconectadas del país (IPSE).

### **Impactos ambientales**

Las fuentes no convencionales de energía renovable son actualmente una de las principales soluciones para el cambio climático ya que en el Acuerdo de París de 2015 se exigió que todos los países debían establecer compromisos de reducción de emisiones (Salman et al., 2022).

El uso de fuentes no convencionales de energía renovable genera impactos ambientales positivos debido a la disminución de gases de efecto invernadero que contribuye al objetivo de mantener el calentamiento global por debajo de los 2 grados Celsius (Rogelj et al., 2016). Además, disminuye las enfermedades relacionadas con la contaminación, ya que, según un estudio de Zhang et al., (2021) “la contaminación del aire es una vía principal por la cual la quema de combustibles fósiles, promueve la enfermedad cardiovascular” (Pag.2).

## **Impactos económicos**

En Colombia, según la Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica, el 68.3% de la matriz de generación eléctrica proviene de fuentes hidroeléctricas, si bien, el valor de la inversión es alta, el costo del servicio de energía por KWh residencial, según estrato, y de acuerdo con el análisis de Prieto Cogaria (2019) es relativamente bajo. Sin embargo, la generación de energía eléctrica oscila entre 45% y el 95% según la disponibilidad del recurso hídrico (Behrentz, et al., 2012), esto genera una variación en el costo tarifario, y, generalmente asciende el precio debido a los escasos del recurso energético.

Con esta información es importante resaltar que, si bien la inversión de los sistemas de fuentes no convencionales de energía es costosa, esta será a corto – mediano plazo dependiendo el tamaño del proyecto, debido a que, esto se verá reflejado con las facturas de energía que no se pagarán, agregando también los beneficios tributarios mencionados anteriormente y la participación del Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía si se aplica los requisitos solicitados. Además, si los proyectos son de gran escala según la Revista De Política Económica Y Desarrollo Sostenible (2020) se produce una serie de beneficios para la recuperación económica, tales como nuevas fuentes de empleo, negocios conexos, entre otras oportunidades para el país (párrafo 5).

## **Impactos sociales**

La adopción de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable trae beneficios principalmente para la población de las Zonas No Interconectadas, son clasificadas según Muñoz et al., (2022, p. 5) como áreas del territorio que, por su lejanía de los principales cascos urbanos o las dificultades topográficas locales, están fuera del sistema nacional de tendido eléctrico, y

representan el 52% de la superficie del país, se ubican principalmente en las zonas rurales (Gómez et al., 2018). Una de las alternativas es el uso de la biomasa para convertirlo en biogás, debido a que en Colombia según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el año 2020 se disponían 32.580 toneladas/día de residuos sólidos, las ventajas de aprovechar este recurso es disminuir los gases de efecto invernadero y evitar daños en la salud por el uso del carbón o de la leña. Por otro lado, la energía solar, puede satisfacer la demanda energética dependiendo de la ubicación geográfica.

### **Tecnologías**

Teniendo en cuenta los impactos positivos que genera la adopción es importante identificar si existen las tecnologías necesarias para implementar estas soluciones, por el lado del biogás, se utilizan biodigestores que son contenedores cerrados, herméticos e impermeables dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar como excrementos de animales o desechos vegetales en una cantidad de agua determinada para que a través de la fermentación anaerobia se produzca gas metano y fertilizantes orgánicos (Sánchez, et al., 2020, p.6). En el país hay diferentes empresas que comercializan estas tecnologías adaptándolas a las necesidades del usuario, por ejemplo, Supermalla, gestiona los residuos orgánicos generando biogás y fertilizantes, Sistema.bio transforma los desechos orgánicos en biogás y entre otras empresas se pueden encontrar dependiendo el recurso que se tenga para tratar.

Para la energía solar se utilizan celdas fotovoltaicas, su principal función es proporcionar energía a la instalación a partir de la radiación solar, aprovechando el efecto fotoeléctrico (Aparicio, 2020) y en Colombia se encuentran los sistemas completos que se requieren para la instalación como Autosolar, Ecoled, y entre otras empresas comercializadoras que tienen

diferentes fabricantes de paneles solares. En el país se accede a las diferentes tecnologías para generar energía con fuentes no convencionales de energía renovable.

### **Barreras económicas, tecnológicas y políticas**

La baja implementación de fuentes no convencionales de energía renovable en Colombia puede deberse a diferentes desafíos o barreras presentes, en lo económico se debe al CAPEX y OPEX de la implementación, debido a que las tecnologías tienen altos valores de inversión y no son competitivos los costos de la energía frente a los combustibles fósiles (Olabi, et al., 2023). Además, uno de los problemas asociados es el bajo conocimiento de las tecnologías de energías renovables y las dudas sobre la viabilidad económica de los proyectos de construcción con fuentes renovables (Nasirov, et al., 2015).

Otro de los aspectos más difíciles de los proyectos de energía renovable en lo tecnológico, es conectarse a la red eléctrica, debido al carácter intermitente que tienen la energía solar y eólica a comparación de la energía convencional (Hu Jing, et al., 2018). Por otro lado, la gestión y operación exitosa de las tecnologías de energía renovable requieren de personal capacitado, como técnicos, expertos, ingenieros y expertos en políticas de fuentes no convencionales de energía (Oryani, et al., 2021).

Por otra parte, para la adopción de fuentes no convencionales de energía a mayor escala, Donovan (2015) menciona que “los procesos de transición energética requieren de mucho capital y necesita grandes cantidades de inversión primaria y tecnología, particularmente en países en desarrollo” (página 3). Finalmente, una de las barreras dentro del marco político y regulatorio es

la corrupción debido a que los organismos públicos no siempre son transparentes en sus procesos de contratación (Asante, et al., 2020).

## **Metodología**

### **Enfoque, alcance y diseño de la investigación**

Para esta investigación el enfoque mixto es ideal, dado que combina la profundidad del análisis cualitativo con la rigurosidad estadística del cuantitativo, permitiendo así una comprensión integral del problema.

#### **Cualitativo:**

El objetivo del componente cualitativo de la investigación es profundizar en la comprensión de las dinámicas sociales y culturales que influyen en la percepción y adopción de las FNCER en Colombia. A través de entrevistas semiestructuradas y grupos focales, este estudio busca explorar en detalle las experiencias, creencias y opiniones de diversos grupos de interés. El propósito es identificar y analizar los factores subjetivos como barreras culturales, desafíos informativos y resistencias al cambio que pueden afectar la implementación y aceptación de estas tecnologías. Este enfoque permitirá no solo captar las complejidades inherentes a las actitudes hacia las FNCER, sino también entender cómo estas percepciones varían entre diferentes grupos y regiones, proporcionando así insights valiosos para el diseño de intervenciones y políticas públicas más efectivas y adaptadas a las realidades locales. En esta investigación el enfoque cualitativo va a permitir explorar las percepciones, experiencias y opiniones sobre las FNCER para identificar factores subjetivos como barreras culturales, falta de información o resistencia al cambio que pueden influir en su adopción.

**Cuantitativo:**

Uno de los propósitos de la investigación es cuantificar el nivel de conocimiento, las actitudes y comportamientos hacia las FNCER de población a partir de encuestas que puedan contabilizar el nivel de conocimiento, y analizar estadísticamente las respuestas de la encuesta.

**Métodos:** Diseño y aplicación de encuestas estructuradas a una muestra representativa de la población colombiana. Uso de análisis estadísticos, como la correlación y la regresión, para identificar tendencias y relaciones significativas entre las variables de interés.

**Alcance de la Investigación**

El objetivo del componente cuantitativo de esta investigación es medir de manera sistemática y estadísticamente el nivel de conocimiento, las actitudes y los comportamientos hacia las FNCER en una muestra representativa de la población colombiana. Este estudio buscará cuantificar la conciencia pública y la receptividad hacia las FNCER, y explorar las asociaciones estadísticas entre estas actitudes y variables demográficas y geográficas clave como la edad, el nivel educativo, la ubicación y el acceso a recursos energéticos.

**Alcance Exploratorio**

En la parte cualitativa, el enfoque exploratorio permite indagar en territorios poco conocidos o no documentados sobre las FNCER. Por medio de entrevistas semiestructuradas y grupos focales, donde se pueden descubrir nuevas perspectivas, ideas, y comprensiones sobre cómo diferentes grupos de interés perciben y experimentan la introducción y el uso de las FNCER. Esto incluye explorar barreras culturales, expectativas, y posibles malentendidos que no están bien documentados.

En el aspecto cuantitativo, un enfoque exploratorio implica buscar patrones en los datos recopilados a través de encuestas. Esto podría incluir examinar cómo las variables demográficas

como la edad, educación o ubicación influyen en el conocimiento y las actitudes hacia las FNCER, identificando así nuevas áreas para investigación y acción.

### **Alcance Descriptivo**

El componente cualitativo descriptivo se enfoca en documentar de forma detallada y sistemática las opiniones y experiencias de la población. Este enfoque ayuda a capturar la riqueza y la profundidad de las percepciones humanas, proporcionando una descripción detallada de cómo y por qué las personas sienten y piensan sobre las FNCER de la manera en que lo hacen.

Desde la perspectiva cuantitativa, el enfoque descriptivo se centra en medir y describir características específicas de la población estudiada, como niveles de conocimiento, frecuencia de comportamientos pro-FNCER, y distribución de actitudes positivas o negativas. Esto permite establecer una línea base de datos empíricos que pueden ser utilizados para comparaciones futuras o para evaluar el impacto de intervenciones posteriores.

Combinar estos enfoques en ambos componentes de esta investigación no solo enriquece la comprensión del estado actual y las potenciales áreas de crecimiento para las FNCER en Colombia, sino que también permite una mayor flexibilidad para adaptar los métodos a medida que emergen nuevos hallazgos. Este diseño mixto exploratorio-descriptivo es particularmente valioso porque:

- Permite un entendimiento profundo de las actitudes y comportamientos actuales mientras abre la puerta a descubrir nuevos factores y dinámicas.
- Proporciona una comprensión holística, aprovechando tanto datos numéricos como insights cualitativos para formar una imagen completa de la situación.

- Facilita la identificación de áreas específicas donde se necesitan intervenciones educativas, políticas, o tecnológicas para mejorar la adopción de las FNCER.

### **Alcance físico**

**Geográfico:** Nacional, con un enfoque específico en regiones seleccionadas que tienen un alto potencial para el desarrollo de FNCER, como las zonas con alta radiación solar o fuertes corrientes de viento.

**Demográfico:** Inclusión de una variedad de grupos de interés para asegurar una visión completa desde múltiples perspectivas.

**Temporal:** Estudio transversal que proporcionará un análisis de situación de las condiciones actuales, útil para establecer una línea base de conocimiento y actitudes.

### **Diseño de la Investigación**

El diseño de la investigación es de tipo no experimental y transversal.

**No experimental:** Observación y análisis de las condiciones sin manipulación de variables. Este enfoque es adecuado cuando las intervenciones no son posibles o prácticas.

**Aplicado:** Basado en los resultados, se desarrollarán recomendaciones para políticas o programas destinados a mejorar la adopción de FNCER.

Este diseño detallado proporcionará una base sólida para entender las dinámicas alrededor de las FNCER en Colombia, permitiendo no solo identificar barreras sino también facilitar la formulación de estrategias efectivas para su adopción.

## Definición de variables

Las Variables que se tendrán en cuenta para la investigación son las siguientes:

**Tabla. 1**

### *Determinación de variables*

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>
<b>Regulación energética</b>	La regulación energética se refiere al conjunto de políticas, medidas y normativas destinadas a supervisar y controlar la producción, distribución, consumo y eficiencia de la energía.	La información se recolectará de fuentes secundarias para poder dar a conocer a la población.
<b>Potencial energético</b>	El potencial energético se refiere a la cantidad máxima de energía que puede ser obtenida de una determinada fuente o sistema en condiciones ideales.	Por medio de encuestas se recopilarán los potenciales energéticos recolectados.
<b>Energía solar</b>	La energía solar se refiere a la radiación electromagnética emitida por el sol que es capturada y convertida en energía utilizable, principalmente a través de tecnologías como los paneles solares fotovoltaicos o los sistemas de concentración solar.	Se utiliza una encuesta para evaluar el conocimiento de la población a cerca de este tipo de energía.
	La energía eólica se refiere a la energía cinética contenida en el movimiento del viento, la cual puede	Se utiliza una encuesta para evaluar el conocimiento de la

<b>Energía eólica</b>	ser capturada y convertida en electricidad mediante el uso de aerogeneradores.	población a cerca de este tipo de energía
<b>Biomasa</b>	Utilización de la materia orgánica formada por vía biológica en un pasado inmediato o de los productos derivados de ésta para su aprovechamiento energético (Basotec, 2023, parr. 5).	Se utiliza una encuesta para evaluar el conocimiento de la población a cerca de este tipo de energía
<b>Impacto ambiental</b>	Los efectos que las actividades humanas tienen sobre el medio ambiente, incluyendo los ecosistemas naturales, los recursos naturales, la biodiversidad y la calidad del aire, agua y suelo.	Se mide a través del uso de la metodología de EIA para las FNCER (Arboleda EPM).
<b>Barreras</b>	Desafíos que dificultan la adopción, el desarrollo o la implementación de tecnologías y políticas relacionadas con la energía. Estas barreras pueden incluir aspectos técnicos, económicos, políticos, sociales o culturales que limitan la expansión de fuentes de energía renovable, la eficiencia energética o la adopción de prácticas sostenibles.	La variable se mide a través de una encuesta dirigida a la población.

*Elaboración propia*

## Población y muestra

Para la investigación se realizará una encuesta enfocada en recolectar información acerca del conocimiento sobre las FNCER, con el fin, de poder identificar los factores que más afectan la adopción de proyectos de energías renovables.

Esta encuesta se centrará en 4 ciudades costeras, las cuales son, Cartagena (914,552 habitantes), Barranquilla (1.327.209 habitantes), Santa Marta (577.388 habitantes) y Riohacha (222.541 habitantes) clasificadas en los estratos 3, 4 y 5 como referencia. Para determinar el tamaño muestral necesario, se empleará el método de muestreo aleatorio simple. Este método nos permitirá identificar la cantidad adecuada de personas que participarán en la encuesta.

$$n = \frac{N^x z_{\alpha}^2 p \cdot q}{d^2 \cdot (N - 1) + z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

N= habitantes (Cartagena + Santa Marta + Barranquilla + Riohacha)

N = 3.041.690

Donde se establece:

### Tabla 2

*Variables de muestreo*

VARIABLES DE MUESTREO ALEATORIO SIMPLE ENCUESTA		
N	Tamaño de la población	N = 3.041.690
Z	Nivel de confianza del 90%	Z = 1.645
P	Probabilidad que un evento se presente	P = 0.5
q = 1 – p	Probabilidad de que un evento no se presente	q = 0.5
D	Margen de error	d = 10%

*Elaboración propia*

$$n = \frac{3.041.690 * 1.645_{\alpha}^2 * 0.5 * 0.5}{10\%^2 * (3.041.690 - 1) + 1.645_{\alpha}^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 69$$

La muestra para la recolección de datos es de 69 debido a que el margen de error es del 10%. El 50% de las respuestas corresponderán a la ciudad de Santa Marta, El 20% a Barranquilla, el 15% a Cartagena y el otro 15% a Riohacha, esto debido al acceso a la población para responder la encuesta.

### **Selección de métodos o instrumentos para recolección de información**

Para recopilar información de manera efectiva, es fundamental emplear un método apropiado para seleccionar y observar las variables del estudio, además, se requieren uno o varios instrumentos específicos para obtener los datos necesarios, en este caso, se diseñará y aplicará una encuesta estructurada a una muestra específica de la población de la costa caribe colombiana y se utilizarán análisis estadísticos, como la correlación y la regresión, para identificar tendencias y relaciones significativas entre las variables de interés.

Para recopilar los datos, se utilizará una encuesta que incluirá preguntas cerradas, dicotómicas y preguntas de elección múltiple (anexo 1), en las preguntas cerradas se crearán opciones específicas que las personas puedan seleccionar dependiendo su caso específico pero que cumpla con las variables establecidas por la investigación y se puedan cuantificar en el análisis de resultados. Por otro lado, las preguntas van a ser validadas por 5 expertos relacionados con las FNCER para poder analizar de manera adecuada los objetivos planteados mediante las respuestas de la encuesta.

## **Técnicas de análisis de datos**

La recopilación de la información se recogerá de forma virtual para obtener datos cuantitativos, que se analizarán a través de estadística descriptiva con la herramienta de Excel, en donde se representará la información extraída por medio de diagramas de barras, pie y otras herramientas que visualicen de forma correcta el comportamiento de las variables. Y, por otro lado, para el análisis por medio de la estadística inferencial se utilizarán los resultados de la encuesta, para concluir con las respuestas comunes seleccionada por la muestra establecida y así determinar cuáles son las barreras específicas del bajo uso de las fuentes no convencionales de energía renovable y poder dar estrategias de solución en la investigación.

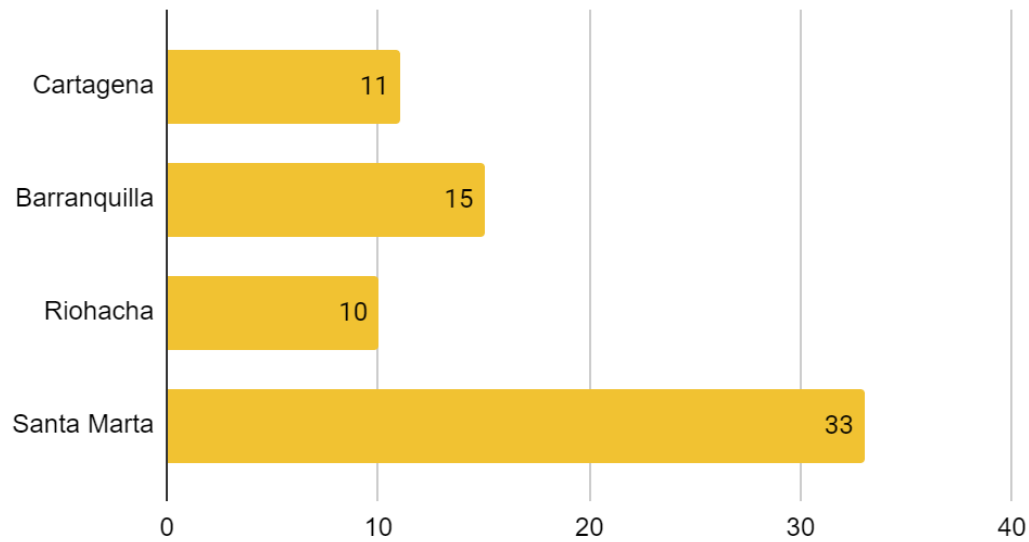
## **Análisis y discusión de los resultados**

Como se mencionó anteriormente, se realizó una encuesta, de 11 preguntas, como instrumento para recopilar información primaria. Esta encuesta aplicó para personas que pertenecen a los estratos sociales 3, 4 y 5 de Santa Marta, Barranquilla, Cartagena y Riohacha, en donde se tuvo un período de tres semanas para respuestas. Se recibieron un total de 69 encuestas respondidas. A continuación, se presentan las preguntas realizadas a los encuestados.

### **Análisis de datos cuantitativos**

#### **1. ¿de dónde es usted?**

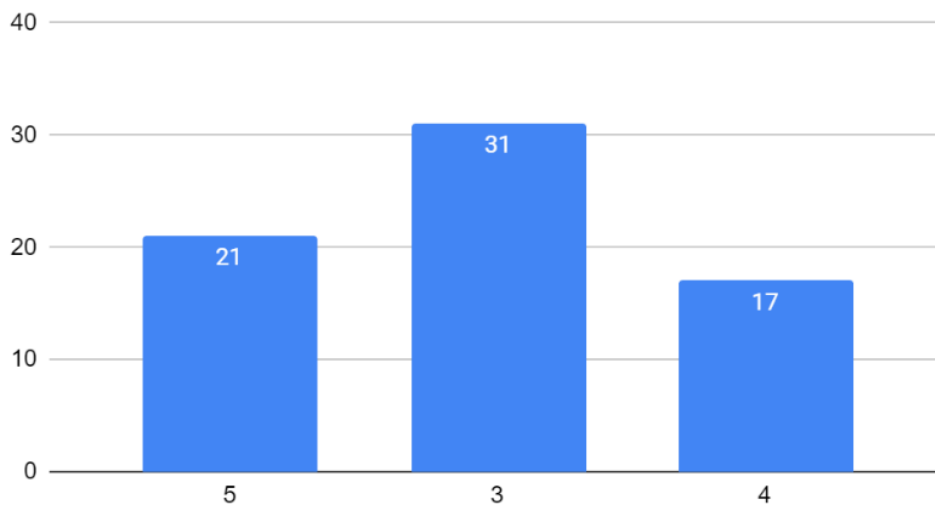
Esta pregunta se hizo con el fin de identificar la población de cada ciudad. En la gráfica se evidencia que el 48% de la población encuestada pertenece a la ciudad de Santa Marta el 22% a Barranquilla, el 16% a Cartagena y el 14% a Riohacha. *Véase ilustración 1.*



**Ilustración 1.** Resultados de la pregunta: ¿De dónde es usted? – Elaboración propia

2. ¿A qué estrato pertenece?

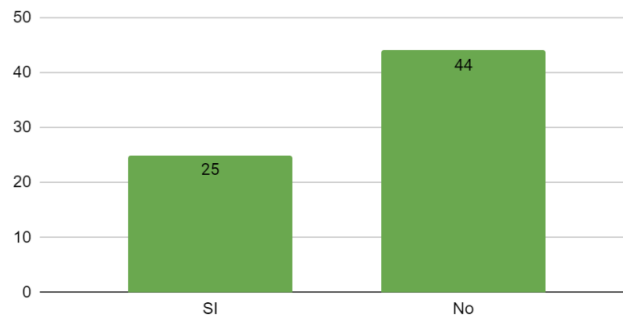
Esta pregunta se realizó para saber el acceso a la información en diferentes estratos. En la gráfica se evidencia que el 44.93% de la población encuestada pertenece al estrato 3, el 30.43% al estrato 5 y el 24,64% al estrato 4. Véase *ilustración 2*.



**Ilustración 2.** Resultados de la pregunta: ¿A qué estrato pertenece? – Elaboración propia

3. ¿Conoce usted que son las fuentes no convencionales de energía renovable?

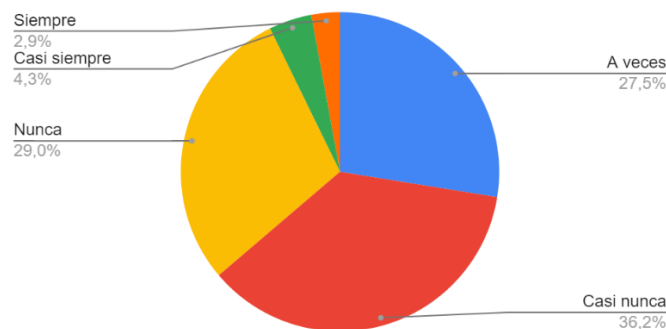
La pregunta se realizó con el fin de identificar el porcentaje de conocimiento relacionado con las FNCER. el 63,77% de la población encuestada no conoce que son las FNCER y el 36.23% restante si las conoce. Véase *ilustración 3*.



**Ilustración 3.** Resultados de la pregunta: ¿Conoce usted que son las fuentes no convencionales de energía renovable? – Elaboración propia

4. ¿Qué tan seguido escucha acerca de las fuentes no convencionales de energía renovable?

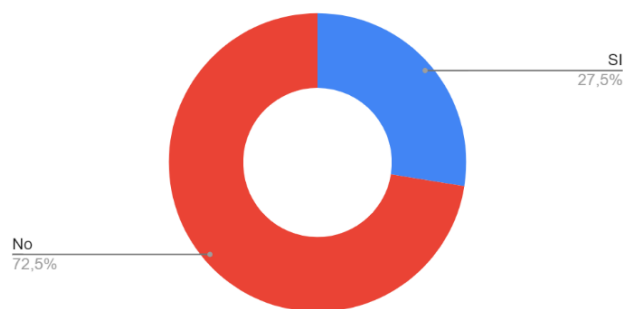
La pregunta se hizo con el objetivo de analizar la frecuencia de la población al escuchar esta terminología. El 36,2% casi nunca ha escuchado de ese término, el 29% nunca lo ha escuchado, el 27,5 algunas veces lo ha escuchado, el 4,3% casi siempre lo escucha y el 2,9% siempre lo escucha. Véase *ilustración 4*.



**Ilustración 4.** Resultados de la pregunta: ¿Qué tan seguido escucha acerca de las fuentes no convencionales de energía renovable? – Elaboración propia

5. ¿Sabe en dónde encontrar información acerca de las fuentes no convencionales de energía renovable?

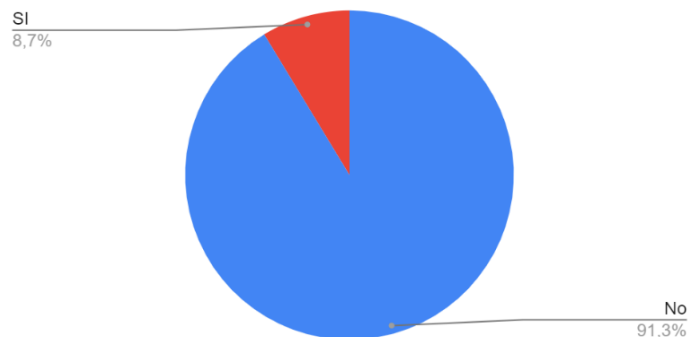
Esta pregunta se hizo con el fin de averiguar si las personas saben buscar información con respecto a las FNCER. En la gráfica se evidencia que el 72,5% de la población encuestada no sabe dónde encontrar información de las FNCER y el 27,5% restante si sabe en dónde encontrar la información. Véase *ilustración 5*.



**Ilustración 5.** Resultados de la pregunta: ¿Sabe en dónde encontrar información acerca de las fuentes no convencionales de energía renovable? – *Elaboración propia*

6. ¿Sabe usted si tiene potencial energético en su ciudad?

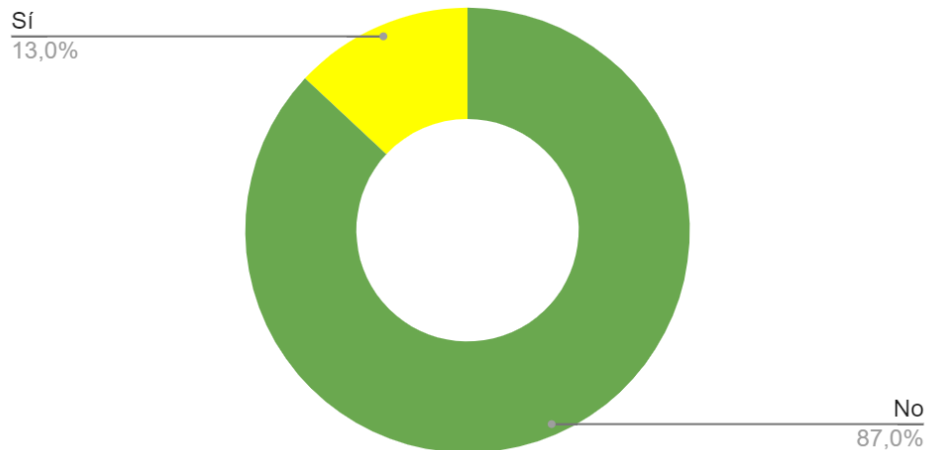
Esta pregunta se hizo con el fin de saber si las personas saben el potencial energético que tiene en la ciudad que residen. El 91,3% de la población encuestada no sabe si tiene potencial energético en la ciudad en la que vive y el 8,7% si sabe que recurso energético tiene. Véase *ilustración 6*.



**Ilustración 6.** Resultados de la pregunta: ¿Sabe usted si tiene potencial energético en su ciudad? – *Elaboración propia*

7. ¿Usted ha implementado fuentes no convencionales de energía renovable en su casa?

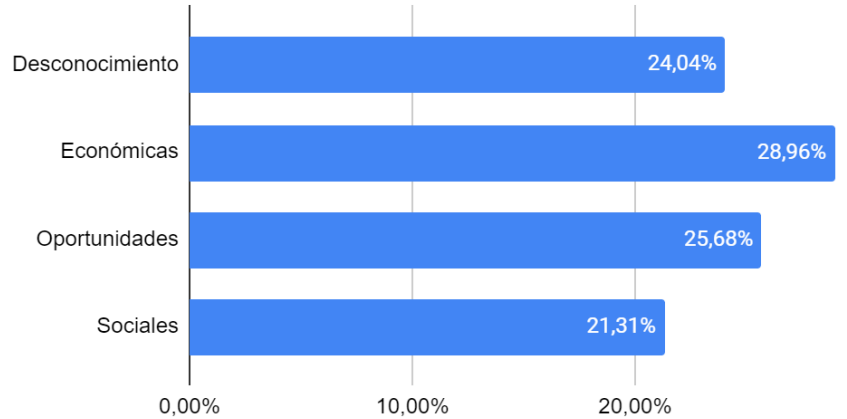
La pregunta se hizo con el fin de saber si la población encuestada ya ha accedido a las FNCER. El 87% de la población encuestada no ha implementado FNCER en su casa y el 13% si ha instalado en su hogar. Véase *ilustración 7*.



**Ilustración 7.** Resultados de la pregunta: ¿Usted ha implementado fuentes no convencionales de energía renovable en su casa? – *Elaboración propia*

8. ¿Qué barreras considera usted que le impiden la implementación de fuentes renovables de energía?

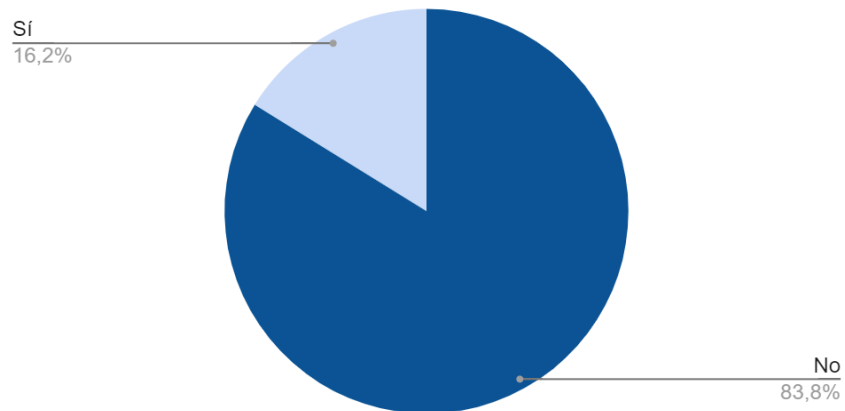
Esta pregunta se hizo con el fin de identificar las barreras de mayor importancia para la población al querer implementar FNCER. En la gráfica se evidencia que el 28,96% de la población encuestada considera de mayor importancia las barreras económicas, el 25,68% considera como barrera las oportunidades al acceso de estas tecnologías, el 24,04% considera como barrera el desconocimiento acerca de las FNCER y el 21,31% considera que existen barreras sociales para implementar las fuentes no convencionales de energía renovable. Véase *ilustración 8*.



**Ilustración 8.** Resultados de la pregunta: ¿Qué barreras considera usted que le impiden la implementación de fuentes renovables de energía? – Elaboración propia

9. ¿Conoce los beneficios tributarios al implementar fuentes no convencionales de energía renovable?

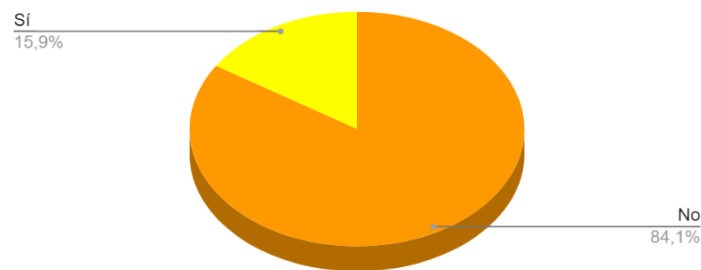
Esta pregunta se realizó con el fin de saber si conocían los incentivos tributarios para así saber las razones del bajo uso de las FNCER. El 83,8% de la población encuestada no conoce los incentivos tributarios y el 16,2% restante si los conoce. Véase *ilustración 9*.



**Ilustración 9.** Resultados de la pregunta: ¿Conoce los beneficios tributarios al implementar fuentes no convencionales de energía renovable? – Elaboración propia

10. ¿Conoce el impacto ambiental de las Fuentes no convencionales de energía renovable?

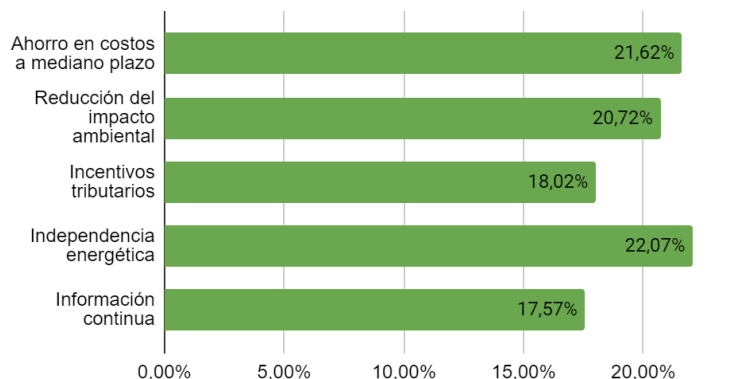
Esta pregunta se realizó con el fin de saber si conocían los impactos ambientales para así saber algunas de las razones del bajo uso de las FNCER. El 84,1% de la población encuestada no conoce el impacto ambiental de las FNCER y el 15,9% restante si lo conoce. Véase *ilustración 10*.



**Ilustración 10.** Resultados de la pregunta: ¿Conoce el impacto ambiental de las Fuentes no convencionales de energía renovable? – Elaboración propia

11. ¿Qué lo impulsaría a utilizar Fuentes No Convencionales de Energía Renovable?

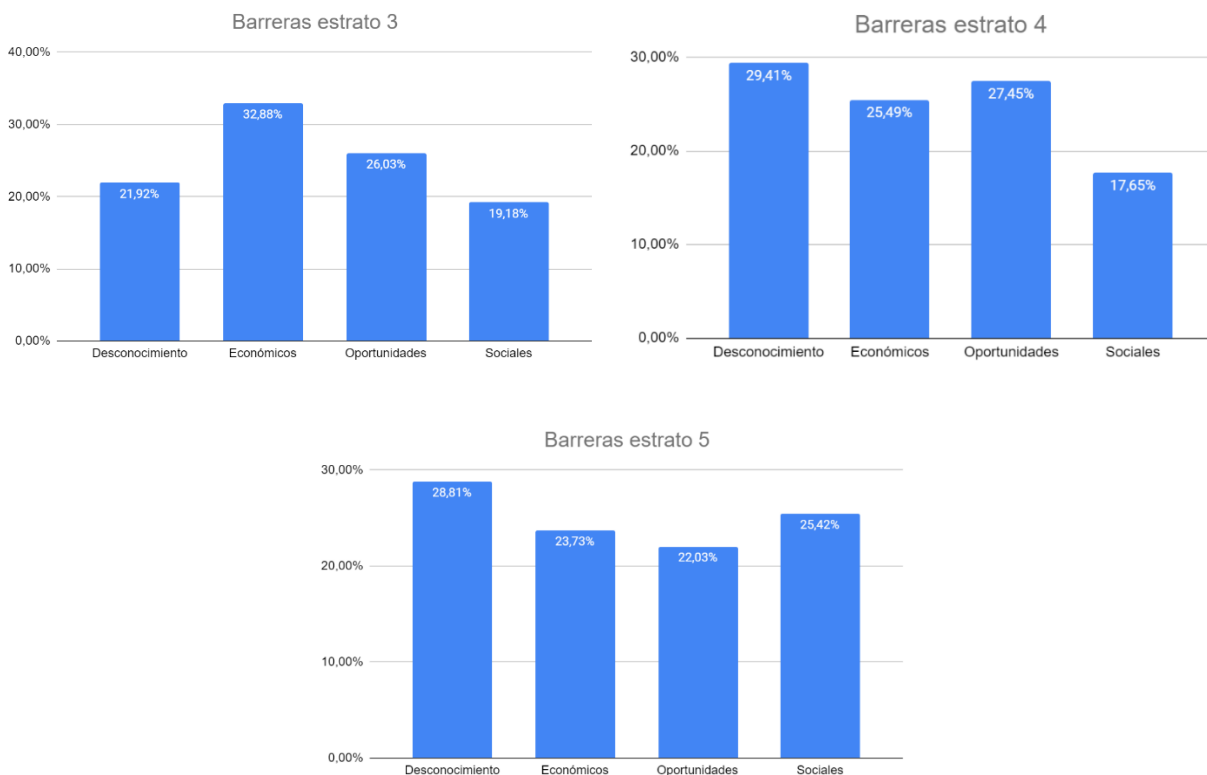
Esta pregunta se realizó con el fin de saber las posibles estrategias para impulsar a la población a utilizar FNCER. Al 22,07% de la población encuestada le impulsaría a utilizar FNCER la independencia energética, al 21,62% el ahorro en costos a mediano plazo, al 20,72% la reducción del impacto ambiental negativo, al 18,02% los incentivos tributarios y al 17,57% la información continua acerca de las FNCER. Véase *ilustración 11*.



**Ilustración 11.** Resultados de la pregunta: ¿Qué lo impulsaría a utilizar Fuentes No Convencionales de Energía Renovable? – Elaboración propia

## Análisis de datos cualitativos

Con base en la información recogida mediante las encuestas, se realizó un análisis inferencial en donde se evalúan las barreras para la adopción de fuentes no convencionales de energía renovable por cada estrato elegido en la muestra. Véase *ilustración 12*.



**Ilustración 12.** Resultados de la pregunta: ¿Qué barreras considera usted que le impiden la implementación de fuentes renovables de energía? Seleccionado por estratos – Elaboración propia

En la *ilustración 12* se evidencia que el 32.88% del estrato tres enfrenta barreras económicas, el 26.03% de la población encuestada por falta de oportunidades, el 21,92% por desconocimiento y el 19,18 por barreras sociales. Por otro lado, el 29.41% de la población encuestada de estrato 4 encuentra barreras por desconocimiento en las fuentes no convencionales de energía renovable, el 27.45% por falta de oportunidades, el 25.49% por barreras económicas y el 17.65%

por barreras sociales. Finalmente, el 28.81% de la población de estrato 5 no ha implementado fuentes no convencionales de energía renovable por falta de conocimiento en ellas, el 25.42% por barreras sociales, el 23.73% por barreras económicas y el 22.03% por falta de oportunidades.

### **Análisis del impacto ambiental**

Como uno de los objetivos planteados es determinar el impacto ambiental al implementar las fuentes no convencionales de energía, como la biomasa a partir de biodigestores o la energía solar a través de paneles solares fotovoltaicos, se realizará por medio del método Arboleda, inicialmente se determinarán las principales actividades e impactos que se generan por cada aspecto y se finalizará el análisis por medio de la matriz de EPM por cada fuente de energía seleccionada, a continuación la matriz de evaluación por el método Arboleda:

**Tabla 3**

*Matriz de evaluación método Arboleda*

<b>CRITERIO</b>	<b>RANGO</b>	<b>VALOR</b>
<b>CLASE</b>	Positivo (+)	1
	Negativo (-)	-1
<b>PRESENCIA</b>	Cierta	1.0
	Muy Probable	0.7
	Probable	0.3
	Poco Probable	0.1
	No Probable	0.0
<b>DURACION</b>	Muy larga o permanente ( $D > 10$ años)	1.0
	Larga ( $7 < D < 10$ años)	(0.7 - 1.0)
	Media ( $4 < D < 7$ años)	(0.4 - 0.7)
	Corta ( $1 < D < 4$ años)	(0.1 - 0.4)
	Muy Corta ( $D < 1$ año)	(0.0 - 0.1)
<b>EVOLUCION</b>	Muy Rápida ( $E < 1$ mes)	(0.8 - 1.0)
	Rápida ( $1 < E < 12$ meses)	(0.6 - 0.8)
	Media ( $12 < E < 18$ meses)	(0.4 - 0.6)
	Lenta ( $18 < E < 24$ años)	(0.2 - 0.4)
	Muy Lenta ( $E > 24$ años)	(0.0 - 0.2)

<b>MAGNITUD</b>	Muy alta ( $M_r > 80\%$ )	(0.8 - 1.0)
	Alta ( $60\% < M_r < 80\%$ )	(0.6 - 0.8)
	Media ( $40\% < M_r < 60\%$ )	(0.4 - 0.6)
	Baja ( $20 < M < 40\%$ )	(0.2 - 0.4)
	Muy Baja ( $M_r < 20\%$ )	(0.0 - 0.2)

Tomado del Método Arboleda

**Tabla 4**

*Calificación ambiental*

Calificación Ambiental (Ca) Puntos	Importancia del Impacto Ambiental
$\leq 2,5$	Poco Significativo o Irrelevante
$\geq 2,5$ y $\leq 5.0$	Moderadamente significativo o moderado
$> 5.0$ y $\leq 7.5$	Significativo o Relevante
$> 7$	Muy Significativo o grave

Tomado del Método Arboleda

A continuación, la ecuación para determinar la calificación ambiental:

$$Ca = C(P(a * E * M + b * D))$$

$$a = 7.0 \quad b = 3.0$$

Bajo los parámetros establecidos se evaluará el impacto ambiental de la generación de biogás por medio de biodigestores y energía solar a través de paneles solares.

**Tabla 5**

*Biomasa tratada por biodigestores*

Actividad Principal	Descripción	Aspecto	Impacto Positivo	Impacto Negativo
Ejecución	Planificación y puesta en marcha del proyecto.	* Uso de terrenos para instalación. * Consumo de recursos materiales y financieros para construcción. * Generación de empleo local y economía circular.	* Generación de empleo. * Fomento de economía local.	* Consumo de recursos naturales. * Perturbaciones locales.
Adecuaciones	Ajustes y mejoras en la infraestructura existente.	* Uso de equipos y tecnología para la optimización. * Consumo de energía y	* Optimización del rendimiento. * Mejora en	* Generación de residuos adicionales. * Consumo

		materiales adicionales. * Generar mejoras en eficiencia y rendimiento.	gestión de residuos.	adicional de recursos.
Estudio de Viabilidad	Análisis de factibilidad técnica y económica.	* Uso de estudios de mercado y consultorías especializadas. * Consumo de tiempo y recursos humanos para análisis. * Generación de información y datos para toma de decisiones.	* Base para decisiones informadas. * Mejora en diseño del proyecto.	* Consumo de recursos para análisis. * Posible desviación de objetivos.
Diseño del Proyecto	Definición detallada de las características del proyecto.	* Uso de planos, especificaciones y detalles técnicos. * Uso de consultorías y asesorías para diseño. * Generación de documentación técnica y legal del proyecto.	* Mejora en la implementación. * Reducción de errores.	* Consumo de recursos para diseño. * Posibles retrasos por cambios.
Adquisición de Equipos	Compra de equipos necesarios para el funcionamiento.	* Uso de biodigestores, sistemas de tratamiento, etc. * Consumo de energía y materiales para fabricación y transporte. * Generación de equipos listos para instalación.	* Adecuación a necesidades específicas. * Mejora en tecnología utilizada.	* Consumo de recursos para adquisición. * Posibles retrasos por entregas.
Instalación	Montaje físico de los biodigestores y equipos.	* Uso de infraestructura y mano de obra para instalación, * Consumo de energía y materiales para montaje. * Generación de infraestructura de biogás lista para operar.	* Reducción de residuos orgánicos. * Aprovechamiento de biogás para energía.	* Emisiones temporales. * Uso de materiales no renovables.
Operación	Funcionamiento diario del sistema.	* Uso de residuos orgánicos como materia prima. * Consumo de agua y energía para operación continua. * Generación de biogás y biofertilizantes como productos.	* Reducción de emisiones de metano. * Producción de biofertilizantes.	* Necesidad de gestión continua de residuos. * Riesgo de fugas y malos olores.
Mantenimiento	Tareas de mantenimiento preventivo y correctivo.	* Uso de equipos y materiales para mantenimiento. * Consumo de energía y agua para realizar tareas de mantenimiento. * Generación de sistemas	* Prolongación de vida útil de equipos. * Minimización de fallas y paradas.	* Consumo de recursos para mantenimiento. * Posible interrupción de la operación por mantenimiento.

		en óptimas condiciones de funcionamiento.		
Monitoreo y Control	Supervisión y ajuste de parámetros de operación.	* Uso de equipos de monitoreo y personal capacitado. * Consumo de energía para monitoreo continuo. * Generación de Información para optimizar rendimiento.	* Mejora en eficiencia y rendimiento. * Detección temprana de problemas.	* Consumo de recursos para monitoreo. * Posible dependencia tecnológica.
Desmantelamiento	Retiro seguro de la infraestructura al final de su vida útil.	* Uso de equipos y tecnología para desmontaje. * Consumo de energía y mano de obra para desmantelamiento. * Generación de áreas libres de infraestructura al final del proceso.	* Minimización de residuos. * Reutilización de materiales.	* Consumo de recursos para desmontaje. * Perturbaciones temporales en el área.

Elaboración propia

**Tabla 6**

Método Arboleda – biodigestores

IMPACTO	C	P	M	E	D	Ca		IMPORTANCIA
						(-)	(+)	
Generación de empleo.	1	1	1	0,6	1		7,2	Muy Significativo
Fomento de economía local.	1	1	0,8	0,6	1		6,4	Significativo
Consumo de recursos naturales.	1	1	1	0,4	1		5,8	Moderado
Perturbaciones locales.	-1	1	0,8	0,8	1	-7,5		Significativo
Optimización del rendimiento.	1	0,7	0,8	0,4	1		4,6	Moderado
Mejora en gestión de residuos.	1	0,7	0,8	0,6	1		5,4	Moderado
Generación de residuos adicionales.	-1	1	1	0,8	0,7	-7,7		Muy Significativo
Consumo adicional de recursos.	-1	1	0,8	0,4	0,7	-4,3		Moderado
Base para decisiones informadas.	1	0,3	0,6	0,6	1		3,8	Irrelevante
Mejora en diseño del proyecto.	1	0,7	0,4	0,6	0,4		2,4	Moderado
Consumo de recursos para análisis.	-1	1	1	0,4	0,7	-4,9		Moderado
Posible desviación de objetivos.	-1	0,3	0,8	0,6	0,7	-3,1		Irrelevante
Mejora en la implementación.	1	0,7	0,6	0,6	0,4		3,0	Moderado
Reducción de errores.	1	0,7	0,8	0,6	1		5,4	Moderado
Consumo de recursos para diseño.	-1	1	0,8	0,8	1	-7,5		Muy Significativo
Posibles retrasos por cambios.	-1	0,3	0,8	0,4	1	-3,7		Irrelevante
Adecuación a necesidades específicas.	1	0,3	0,6	0,6	0,7		2,9	Irrelevante

Mejora en tecnología utilizada.	1	0,1	0,8	0,8	0,7		2,5	Irrelevante
Consumo de recursos para adquisición.	-1	0,1	1	0,8	1	-3,6		Irrelevante
Posibles retrasos por entregas.	-1	0,3	0,8	0,8	0,7	-3,4		Irrelevante
Reducción de residuos orgánicos.	1	1	1	0,8	1		8,6	Muy Significativo
Aprovechamiento de biogás para energía.	1	1	1	1	1		10,0	Muy Significativo
Emisiones temporales.	-1	1	1	0,8	0,7	-7,7		Muy Significativo
Uso de materiales no renovables.	-1	0,7	1	0,4	0,7	-4,1		Moderado
Reducción de emisiones de metano.	1	0,7	0,8	0,6	0,7		4,5	Moderado
Producción de biofertilizantes.	1	0,7	0,8	0,6	0,7		4,5	Moderado
Necesidad de gestión continua de residuos.	-1	1	0,8	0,6	0,7	-5,5		Significativo
Riesgo de fugas y malos olores.	-1	1	1	0,8	0,7	-7,7		Muy Significativo
Prolongación de vida útil de equipos.	1	0,7	0,6	0,4	0,7		3,3	Moderado
Minimización de fallas y paradas.	1	0,3	0,6	0,2	0,7		2,4	Irrelevante
Consumo de recursos para mantenimiento.	-1	0,3	0,2	0	1	-3,0		Irrelevante
Posible interrupción de la operación por mantenimiento.	-1	0,1	0,4	0,2	0,7	-2,2		Irrelevante
Mejora en eficiencia y rendimiento.	1	0,7	0,8	0,6	0,7		4,5	Moderado
Detección temprana de problemas.	1	0,3	0,6	0,4	1		3,5	Moderado
Consumo de recursos para monitoreo.	-1	0,3	0,4	0,2	1	-3,2		Irrelevante
Posible dependencia tecnológica.	-1	1	1	0,8	1	-8,6		Muy Significativo
Minimización de residuos.	1	0,7	0,8	1	0,7		6,0	Significativo
Reutilización de materiales.	1	1	1	0,6	0,7		6,3	Significativo
Consumo de recursos para desmontaje.	-1	0,3	0,8	0,6	1	-4,0		Moderado
Perturbaciones temporales en el área.	-1	1	1	0,6	0,7	-6,3		Significativo
<b>SUBTOTALES</b>							-97,8	102,5
<b>Importancia final del proyecto</b>							<b>4,7</b>	<b>Moderado</b>

*Elaboración propia*

El impacto ambiental de la implementación de biodigestores para generar biogás no tiene un impacto significativo ya que el valor de la importancia final del proyecto dio 4.7, es decir, su impacto es moderado.

**Tabla 7**

*Energía solar fotovoltaica*

Actividad principal	Descripción	Aspectos	Impacto positivo	Impacto negativo
Planificación	Análisis y estudio previo	Recopilación de la información	Generación de oportunidades	Incomodidad en la zona
		Requerimientos técnicos ambientales	Creación de empleo	Reubicación de comunidades
		Estudios de demanda de energía	Difundir la iniciativa	Impacto en fauna (Aves)
		Costos y programaciones		
		Uso de un esquema de sostenibilidad		
Diseño	Estructuración del proyecto de acuerdo con las necesidades	Elaboración de gráficos y planos al detalle	Mejor rendimiento	Contaminación visual
		Infraestructura y coordinación de accesos	Optimización de recursos	Obstaculicen de senderos
		Metodologías de construcción	Reducción de emisiones y demás contaminantes	
Ejecución	Planificación y puesta en marcha del proyecto	Apoyo logístico para el transporte	Creación de empleo	Intermitencia de energía
		Verificación en sitio de usuarios en territorios colectivos / áreas protegidas / zonas de alto riesgo	Mejoras en rendimiento	Reflejo de calor
		Proceso de consulta y difusión de información	Posibilidad de camuflaje	Altos costos
Seguimiento	Herramientas para analizar datos del proyecto	Implementación de equipos de monitoreo	Oportunidad de mejoras	Consumo de recurso personal
		Presencialidad al momento de ejecución	Innovaciones	Posible encuentro de fallos
		Documentación y creación de plantillas		
Construcción	Uso del terreno y mano de obra	Mano de obra	Ahorro de materiales	Consumo de recursos energéticos
		Adecuación del terreno o espacio de instalación	Eficiencia en tiempo de proyectos	Perturbaciones en el área
		Transporte mayor y menor	Creación de empleo	Mano de obra
Instalación	Estructuración de los deferentes paneles solares	Montaje de equipos y accesorios	Minimización de residuos	Mal almacenamiento de energía

		Armado y conexión	Excelente distribución de energía	
		Inspección final y pruebas		
Funcionamiento	Almacenamiento y distribución de energía generada	Generación de energía exitoso	Ahorro energético	Consumo de recursos
		Capacitación a los usuarios en uso y mantenimiento	Inversión económica	
		Correcto ajuste del presupuesto planteado		
Operación	Correcto aprovechamiento de los recursos disponibles	Mantenimientos preventivos y rutinarios	Producción de energía limpia	Consumo de recursos sobre inversión Trabajo extra al analizar información
		Cambio de piezas y reparación por desgaste		
Control y supervisión	Verificación del funcionamiento	El uso de los equipos de monitoreo implementados	Mejor rendimiento Mejor aprovechamiento de energía	Mano de obra posibilidad de fallos
		Generación de datos para análisis		
		Datos sobre el consumo y generación de energía		
Redistribución de energía fotovoltaica	Uso completo de la energía	Nuevo uso para distribuir energía	Prolongación de la plataforma fotovoltaica	Gasto económico Gasto energético Nuevo análisis
		Análisis y estudio sobre el uso de la energía		
		Disponibilidad de conectividad		
Transporte	Fácil uso en otros apartados	Mano de obra	Creación de empleo	Gasto económico Contaminación de transporte Mano de obra
		Transporte mayor y menor		
		Instalación en nuevas zonas		

*Elaboración propia*

**Tabla 8**

*Método Arboleda – energía solar*

IMPACTO	C	P	M	E	D		Importancia ambiental		IMPORTANCIA
							(-)	(+)	
Generación de oportunidades	1	0,5	1	1	1	4,5		5	Significativo
Creación de empleo	1	0,3	1	0,1	0,6	3		0,75	Moderado
Difundir la iniciativa	1	0,7	1	1	1	4,7		7	Moderado
Mejor rendimiento	1	1	1	0,6	0,6	4,2		6	Moderado
Optimización de recursos	1	1	1	1	0,6	4,6		8,8	Moderado
Reducción de emisiones y demás contaminantes	1	0,5	1	0,2	0,3	3		1,15	Irrelevante
Mejoras en rendimiento	1	1	1	0,5	0,2	3,7		4,1	Moderado
Posibilidad de camuflaje	1	0,6	0,5	0,3	0,4	2,8		1,35	Moderado
Oportunidad de mejoras	1	0,6	1	0,4	0,3	3,3		2,22	Moderado
Innovaciones	1	0,3	0,5	0,3	0,3	2,4		0,585	Irrelevante
Ahorro de materiales	1	0,6	1	0,9	0,3	3,8		4,32	Moderado
Eficiencia en tiempo de proyectos	1	1	1	0,3	0,8	4,1		4,5	Moderado
Minimización de residuos	1	1	1	1	0,2	4,2		7,6	Moderado
Excelente distribución de energía	1	0,6	0,2	0,9	0,5	3,2		1,656	Moderado
Ahorro energético	1	1	1	1	1	5		10	Significativo
Inversión económica	1	1	0,2	0,3	0,7	3,2		2,52	Moderado
Producción de energía limpia	1	0,6	0,7	1	0,2	3,5		3,3	Moderado
Mejor aprovechamiento de energía	1	0,6	1	0,2	0,4	3,2		1,56	Moderado
Prolongación de la plataforma fotovoltaica	1	0,6	0,2	0,2	0,5	2,5		1,068	Irrelevante
Incomodidad en la zona	-1	1	1	1	0,8	2,8	-9,4		Moderado
Reubicación de comunidades	-1	0,3	0,8	0,2	0,7	1	0,966	-	Irrelevante
Impacto en fauna (Aves)	-1	0,6	1	1	1	2,6	-6		Moderado
Contaminación visual	-1	0,3	1	1	1	2,3	-3		Irrelevante
Obstaculicen de senderos	-1	0,4	0,2	0,3	0,5	0,4	0,768	-	Irrelevante
Intermitencia de energía	-1	0,3	0,3	1	1	1,6	-1,53		Irrelevante
Reflejo de calor	-1	1	0,8	0,3	0,6	1,7	-3,48		Irrelevante
Consumo de recurso personal	-1	0,2	1	0,3	0,6	1,1	-0,78		Irrelevante
Posible encuentro de fallos	-1	1	0,8	1	1	2,8	-8,6		Moderado

Consumo de recursos energéticos	-1	0,2	0,5	0,8	0,4	0,9	-0,8		Irrelevante
Perturbaciones en el área	-1	1	0,8	0,1	0,3	1,2	-1,46		Irrelevante
Mano de obra	-1	0,8	0,1	0,6	0,7	1,2	2,016		Irrelevante
Mal almacenamiento de energía	-1	0,2	0,8	1	1	2	-1,72		Irrelevante
Consumo de recursos	-1	0,8	0,2	1	1	2	-3,52		Irrelevante
Consumo de recursos sobre inversión	-1	1	0,8	1	0,5	2,3	-7,1		Irrelevante
Posibilidad de fallos	-1	1	1	1	1	3	-10		Moderado
Trabajo extra al analizar información	-1	0,5	0,9	1	1	2,4	-4,65		Significativo
Altos costos	-1	1	0,4	1	0,2	1,6	-3,4		Moderado
<b>Subtotales</b>							-	<b>69,19</b>	<b>73,479</b>
<b>Importancia final del proyecto</b>								<b>4,289</b>	<b>Moderado</b>

*Elaboración propia*

El impacto ambiental de la implementación de paneles solares para generar energía eléctrica no tiene un impacto significativo ya que el valor de la importancia final del proyecto dio 4.3, es decir, su impacto es moderado.

Finalmente, los principales hallazgos encontrados en el análisis de la información recopilada fueron las barreras económicas debido a los altos costos de inversión inicial de las tecnologías de FNCER, especialmente en los estratos socioeconómicos más bajos, seguido de las barreras tecnológicas ya que la falta de conocimiento técnico sobre su funcionamiento limita su adopción. Por otro lado, las barreras sociales debido a la costumbre de depender de la energía suministrada por comercializadores tradicionales y la falta de información accesible refuerzan la resistencia al cambio. Y finalmente, la más importante en la investigación, la barrera por falta de conocimiento, ya que, un porcentaje significativo de la población desconoce qué son las FNCER, los beneficios tributarios asociados y el impacto ambiental positivo que conllevan.

## Conclusiones

Mediante la investigación se pudo cumplir cada uno de los objetivos planteados, ya que, por medio de los resultados obtenidos en la investigación que se realizó para identificar las barreras económicas, tecnologías y políticas se obtuvo que:

- 1. Investigación teórica:** la principal barrera económica es debido a los altos costos en la inversión de las tecnologías de FNCER comparado con el valor mensual que pagan los usuarios conectados al sistema interconectado nacional. Por otra parte, una de las barreras tecnológicas es que al generar energía por medio de paneles solares fotovoltaicos no se tiene la misma intermitencia comparado con la generación de energía convencional. Y finalmente, por el lado político, el país no enfrenta barreras, debido a que tiene políticas de transición energética que impulsa a través de la Ley 1715 de 2014 la cual trae consigo incentivos tributarios para que la población implemente estas alternativas de generación de energía.
- 2. Resultado de encuestas:** se segmentó por estratos para determinar las barreras que tiene cada uno de ellos, en el estrato 3 se evidenció que la principal barrera es por la economía, seguido por las oportunidades para implementar estas tecnologías. El estrato 4, según las encuestas, tiene barreras por desconocimiento y falta de oportunidades para implementar fuentes no convencionales de energía renovable, y el estrato 5 tiene dificultades para obtener información acerca de las FNCER, además, de las barreras sociales, ya que, puede ser debido a la costumbre de recibir la energía suministrada por el comercializador de la región.
- 3. Impacto ambiental:** el análisis de impacto ambiental medido mediante el método Arboleda, nos arroja un resultado de 4,7 por el lado de un proyecto que implemente biodigestores, es decir, que su impacto es moderado y no representa un valor significativo. Por otro lado, en análisis de impacto ambiental por medio de paneles solares para generar energía es de 4,3 lo que significa un impacto moderado.

Finalmente, este informe, basado en encuestas y estudios teóricos, busca ofrecer una solución tecnológica para superar estas barreras y facilitar la implementación de FNCER, se propone una solución tecnológica integrada que comprende:

#### **Plataforma Educativa y de Información:**

- **Portal Web y Aplicación Móvil:** Desarrollo de una plataforma que ofrezca información detallada y accesible sobre FNCER, incluyendo tutoriales, casos de éxito, y beneficios económicos y ambientales.
- **Programa de Capacitación Virtual:** Cursos en línea y webinars para educar a la población sobre la instalación, mantenimiento y uso eficiente de tecnologías de FNCER.

#### **Incentivos y Financiamiento:**

- **Calculadora de Incentivos:** Herramienta en línea que permita a los usuarios calcular los beneficios tributarios y las opciones de financiamiento disponibles para la implementación de FNCER.
- **Red de Contacto con Proveedores y Financieros:** Plataforma que conecte a los usuarios con proveedores de tecnologías y entidades financieras que ofrezcan créditos y subsidios.

#### **Soporte Técnico y Comunidad:**

- **Asistencia Técnica Remota:** Servicios de soporte técnico a través de la plataforma, ofreciendo consultas virtuales con expertos en FNCER.
- **Foros y Grupos de Discusión:** Espacios virtuales donde los usuarios puedan compartir experiencias, resolver dudas y recibir apoyo de otros usuarios y profesionales del sector.

La implementación de una solución tecnológica integrada que combine educación, incentivos económicos, y soporte técnico puede catalizar la adopción de FNCER en los diferentes estratos socioeconómicos. Esto no solo contribuirá a una mayor independencia energética y reducción del impacto ambiental, sino que también impulsará la transición hacia una matriz energética más sostenible y resiliente.

## Anexos

### Anexo 1

#### Tabla 9

##### *Preguntas de la encuesta*

Variable	Pregunta	Definición operacional
Barreras	¿Conoce usted que son las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable?	Se categorizará de la siguiente forma: Si No
Barreras	¿Qué tan seguido escucha acerca de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable?	Se categorizará de la siguiente forma: Seguido No tan recurrente Nunca
Barreras	¿Sabe en dónde encontrar información acerca de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable?	Se categorizará de la siguiente forma: Si No
Potencial energético	¿Sabe usted si tiene potencial energético en su ciudad? ¿Cuál?	Se categorizará de la siguiente forma, para selección múltiple: Si, energía solar Si, energía eólica Si, biomasa No, ninguna
Energía solar Energía eólica Biomasa	¿Usted ha implementado Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en su casa?	Se categorizará de la siguiente forma, para selección múltiple: Si, energía solar Si, energía eólica Si, biomasa No
Barreras	¿Qué barreras considera usted que le impiden la	Se categorizará de la siguiente forma, para selección múltiple:

	implementación de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable?	Acceso a tecnología Costo de la tecnología Las políticas del gobierno Otra: _____
Regulación energética	¿Conoce los beneficios tributarios al implementar Fuentes No Convencionales de Energía Renovable?	Se categorizará de la siguiente forma: Si No
Impacto ambiental	¿Conoce el impacto ambiental de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable?	Se categorizará de la siguiente forma: Si No
Incentivo	¿Qué lo impulsaría a utilizar Fuentes No Convencionales de Energía Renovable?	Se categorizará de la siguiente forma: Incentivos tributarios Información continua Saber los beneficios de la implementación Otra: _____

## Lista de referencias

Acolgen - Asociación Colombiana. (2022, febrero 7). Acolgen. <https://acolgen.org.co/>

Aparicio, M. P. (2020). Energía solar fotovoltaica: 3a edición. Marcombo.

Asante, D., He, Z., Adjei, N. O., & Asante, B. (2020). Exploring the barriers to renewable energy adoption utilising MULTIMOORA- EDAS method. Energy Policy, 142(111479), 111479. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111479>

Autosolar. (s/f). Autosolar.co. Recuperado el 1 de abril de 2024, de <https://autosolar.co/>

Behrentz, E., Cadena, Á., Mutis, H., Pérez, J. F., Rosales, R., & Delgado, R. (2012). Estrategia colombiana de desarrollo bajo en carbono. REVISTA: ResearchGate, Universidad de los Andes. Bogotá, DC.

C. Donovan, "Introduction to renewable energy finance," In Renewable Energy Finance: Powering the Future, World Scientific, 2015, pp. 3e15.

Colombia - Emisiones de CO2. (2022, septiembre 19). Datosmacro.com. <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2/colombia>

El Plan Nacional de Desarrollo marca la ruta de la transición energética del país. (s/f). Gov.co., de <https://www.dnp.gov.co/Prensa/Noticias/Paginas/el-plan-nacional-de-desarrollo-marca-la-ruta-de-la-transicion-energetica-del-pais.aspx>

Energy Information Administration (2019). Renewable energy explained. U.S. Energy Information Administration. Sitio web: <https://www.eia.gov/energyexplained/renewable-sources>

De la Ley, G. P. P. la A. de L. I. T. (s/f). Invierta y Gane con Energía. Gov.co. Recuperado el 9 de marzo de 2024, de [https://www1.upme.gov.co/Documents/Cartilla\\_IGE\\_Incentivos\\_Tributarios\\_Ley1715.pdf](https://www1.upme.gov.co/Documents/Cartilla_IGE_Incentivos_Tributarios_Ley1715.pdf)

De las, C. ya L. 11, & Recientes, S. las T. (s/f). Medición de la distancia para lograr las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) - Colombia. Oecd.org. Recuperado el 8 de abril de 2024, de <https://www.oecd.org/wise/medicion-de-la-distancia-para-lograr-las-metas-de-los-ODS-perfil-de-pais-Colombia.pdf>

Deloitte. (2019). Tendencias globales de las energías renovables. Deloitte insights. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/es/Documents/energia/Deloitte-ES-tendencias-globales-energias-renovables.pdf>

Fenoge - Fondo de energías no convencionales. (2022, junio 22). Fenoge. <https://fenoge.gov.co/>

Fernández, J. (2003). Energía de la biomasa. Energías renovables para el desarrollo. Thomson-Paraninfo, 2-20.

Gil Ruiz, S. A., Barriga, J. E. C., & Martínez, J. A. (2021). Wind power assessment in the Caribbean region of Colombia, using ten-minute wind observations and ERA5 data. *Renewable Energy*, 172, 158–176. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.03.033>

Gómez-Navarro, T., & Ribó-Pérez, D. (2018). Assessing the obstacles to the participation of renewable energy sources in the electricity market of Colombia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 90, 131–141. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.015>

Hoy no se habla de basura, sino de residuos que son insumos para productos: Minambiente. (2022, mayo 17). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 31 <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/hoy-nose-habla-de-basura-sino-de-residuos-que-son-insumos-para-productosminambiente/>

Hwang, Y. K., & Sánchez Díez, Á. (2024). Renewable energy transition and green growth nexus in Latin America. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 198(114431), 114431. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114431>

IDEAM - IDEAM. (s/f). Gov.co. Recuperado el 31 de marzo de 2024, de <http://www.ideam.gov.co/>

IPSE – Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para Zonas No Interconectadas. (s/f). Gov.co. Recuperado el 31 de marzo de 2024, de <https://ipse.gov.co/>

J. Hu, R. Harmsen, W. Crijns-Graus, E. Worrell, M. van den Broek, Identifying barriers to large-scale integration of variable renewable electricity into the electricity market: a literature review of market design, *Renewable Sustainable Energy Rev.* 81 (2018) 2181–2195.

La energía renovable como motor de una economía descarbonizada e inclusiva hacia el 2050: Consideraciones de política pública en Costa Rica. (2020). *Revista De Política Económica Y Desarrollo Sostenible*, 6(1). <https://doi.org/10.15359/peds.6-1.6>

Luces Led en Colombia - Grupo. (s/f). Ecoled Colombia. Recuperado el 1 de abril de 2024, de <https://ecoled.com.co/>

Muhammad Salman, Xingle Long, Guimei Wang, Donglan Zha, Paris climate agreement and global environmental efficiency: New evidence from fuzzy regression discontinuity design. *Energy Policy*, Volume 168, 113128.

Muñoz-Arias, C., Villamil-Villar, B., Restrepo-Álvarez, A., & Bolívar-Chaves, O. (2022). Estudio socio-técnico del uso de energías renovables como alternativa de iluminación en las comunidades de las zonas no interconectadas. *Revista UIS ingenierías*, 21(1), 15-28.

Nasirov, S., Silva, C., & Agostini, C. (2015). Investors' perspectives on barriers to the deployment of renewable energy sources in Chile. *Energies*, 8(5), 3794–3814. <https://doi.org/10.3390/en8053794>

Olabi, A. G., Elsaid, K., Obaideen, K., Abdelkareem, M. A., Rezk, H., Wilberforce, T., Maghrabie, H. M., & Sayed, E. T. (2023). Renewable energy systems: Comparisons, challenges and barriers, sustainability indicators, and the contribution to UN sustainable development goals. *International Journal of Thermofluids*, 20(100498), 100498. <https://doi.org/10.1016/j.ijft.2023.100498>

Oryani, B., Koo, Y., Rezania, S., & Shafiee, A. (2021). Barriers to renewable energy technologies penetration: Perspective in Iran. *Renewable Energy*, 174, 971–983. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.04.052>

PARATEC – XM (Marzo, 2024). Sitio web:  
<https://paratec.xm.com.co/paratec/SitePages/generacion.aspx?q=capacidad>

Patiño, W. C. (2023, septiembre 15). Energías renovables en Colombia: situación, retos y proyectos. Impacto TIC. <https://impactotic.co/innovacion/sostenibilidad/energias-renovables-en-colombia-situacion-retos-y-proyectos/>

Prieto, J. H. C. (2019). Diagnóstico de la percepción ambiental y socioeconómica de las hidroeléctricas en Colombia. Ingeniería, 23(3), 23-41.

Qué es la biomasa forestal. (2023, julio 7). Basotec; Basotec Consultoría Medioambiental y Forestal. <https://basotec.com/que-es-la-biomasa-forestal/>

Redjurista, S. A. S. (s/f). Ley 2099 de 2021 - Colombia. [www.redjurista.com](http://www.redjurista.com). Recuperado el 30 de marzo de 2024, de [https://www.redjurista.com/Documents/ley\\_2099\\_de\\_2021\\_.aspx#/](https://www.redjurista.com/Documents/ley_2099_de_2021_.aspx#/)

Rogelj, J., et al., 2016. Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2 °C. Nature 534 (7609), 631–639. <https://doi.org/10.1038/nature18307>.

Sánchez-Quinde, M. A., & Fiallo-Moncayo, D. X. (2020). El biodigestor como medida ecológica para la generación de gas en las empresas de cría de animales. Revista Científica FIPCAEC (Fomento De La investigación Y publicación científico-técnica multidisciplinaria). ISSN: 2588-090X. Polo De Capacitación, Investigación Y Publicación (POCAIP), 5(16), 39-57.  
<https://doi.org/10.23857/fipcaec.v5i14.159>

Svatetz, C. A. G. (2023). Emergencia climática y alimentación. FMC - Formación Médica Continuada en Atención Primaria, 30(6), 306–311. <https://doi.org/10.1016/j.fmc.2023.02.006>

Servicio de diseño e implementación. (2022, enero 29). Supermalla S.A.S. <https://supermalla.com/>

Sistema.bio: La inversión que funciona para agricultores y ganaderos. (2019, mayo 21). Sistema.bio. <https://sistema.bio/co/>

Torres, A. J. R., Llanos, J. A. V., Mgtr, I., & Avendaño-IPSE, J. D. I. (s/f). MARCO REGULATORIO COLOMBIANO REFERENTE A ZNI Y FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA ELÉCTRICA. Gov.co. Recuperado el 30 de marzo de 2024, de [https://ipse.gov.co/documento\\_prensa/documento/documentos\\_de\\_%20investigacion/Art%C3%ADculo%20Mundoel%C3%A9ctrico.pdf](https://ipse.gov.co/documento_prensa/documento/documentos_de_%20investigacion/Art%C3%ADculo%20Mundoel%C3%A9ctrico.pdf)

Unidad de Planeación Minero-Energética (s/f) Ley 1715 del 2014. Recuperado de: [http://www.upme.gov.co/Normatividad/Nacional/2014/LEY\\_1715\\_2014.pdf](http://www.upme.gov.co/Normatividad/Nacional/2014/LEY_1715_2014.pdf)

Yolcan, O. O. (2023). World energy outlook and state of renewable energy: 10-Year evaluation. Innovation and Green Development, 2(4), 100070. <https://doi.org/10.1016/j.igd.2023.100070>

Zhang Y, Ma R, Ban J, et al. Risk of cardiovascular hospital admission after exposure to fine particulate pollution. J Am Coll Cardiol. 2021;78(10):1015– 1024. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.06.043>