

PANELES SOLARES Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN CIUDAD BOLÍVAR



Gestión de proyectos de implementación de paneles solares en viviendas unifamiliares de la localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá, D. C., como estrategia de transición energética.

Ana Gabriela Silva Rangel

Laura Fernanda López Ávila

Carlos Mauricio Rincón Contreras

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

febrero de 2026

PANELES SOLARES Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN CIUDAD BOLÍVAR

Gestión de proyectos de implementación de paneles solares en viviendas unifamiliares de la localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá, D. C., como estrategia de transición energética.

Ana Gabriela Silva Rangel
Laura Fernanda López Ávila
Carlos Mauricio Rincón Contreras

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesora
Doris Amanda Rosero García
Microbióloga, M.Sc., PhD.
Posdoctorado en Microbiología Ambiental

Corporación Universitaria Minuto de Dios
Rectoría Virtual
Programa Especialización en Gerencia de Proyectos
febrero de 2026

Contenido

Lista de figuras	5
Lista de anexos.....	6
Resumen	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.1 Descripción del problema.....	10
1.2 La pregunta de investigación.....	12
1.3 Los objetivos de investigación.....	12
1.3.1 Objetivo general.....	12
1.3.2 Objetivos específicos.....	13
1.4 Justificación de la investigación.....	13
2. MARCO DE REFERENCIA.....	14
2.1. Marco de Antecedentes.....	14
2.2. Marco Teórico.....	16
2.2.1 Objetivos de desarrollo sostenible.....	16
2.2.2 Energía solar fotovoltaica.....	17
2.2.3 Paneles solares.....	18
2.3. Marco normativo	19
3. METODOLOGÍA	20
3.1. Enfoque y alcance de la investigación	20
3.2. Población y muestra.....	21
3.2.1. Definición de la población	21
3.2.2. Cálculo y selección de la muestra.....	22
3.3. Instrumento(s)	23
3.4. Descripción de procedimientos	23
3.5. Análisis de información.....	25
3.6. Consideraciones éticas.....	26

PANELES SOLARES Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN CIUDAD BOLÍVAR

3.6.1.	Análisis de consideraciones éticas.....	26
3.6.2.	Instrumentos de aceptación y autorización	27
4.	RESULTADOS	28
5.	DISCUSIÓN	34
6.	CONCLUSIONES.....	38
7.	RECOMENDACIONES.....	39
	Referencias.....	41
	Anexos.....	45

Lista de figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de la localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá D.C.	21
Figura 2. Distribución porcentual de los encuestados por rango etario.....	28
Figura 3. Distribución porcentual de los encuestados según nivel educativo	28
Figura 4. Distribución porcentual de los encuestados según la condición de propiedad de la vivienda en la que residen.....	29
Figura 5. Distribución porcentual de los encuestados según zona de ubicación de la vivienda.	29
Figura 6. Nivel de información percibido sobre el funcionamiento de los paneles solares	30
Figura 7. Nivel de acuerdo de los encuestados frente a afirmaciones sobre paneles solares (escala de 1 a 5).....	31
Figura 8. Principales barreras para la adopción de paneles solares identificadas por los encuestados	31
Figura 9. Disposición de los encuestados para instalar paneles solares en su vivienda	32
Figura 10. Capacidad percibida de inversión en paneles solares según horizonte temporal	33

Lista de anexos

Anexo A. Sección 1 de la encuesta: Aviso de confidencialidad de la encuesta	45
Anexo B. Sección 2 de la encuesta: Datos generales del encuestado.....	46
Anexo C. Sección 3 de la encuesta: Conocimiento sobre paneles solares	47
Anexo D. Sección 4 de la encuesta: Percepciones sobre los paneles solares	48
Anexo E. Sección 5 de la encuesta: Barreras para la adopción de paneles solares	49
Anexo F. Sección 6 de la encuesta: Disposición a implementar paneles solares.....	50

PANELES SOLARES Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN CIUDAD BOLÍVAR

Resumen

El cambio climático y la crisis energética han impulsado la necesidad de transitar hacia fuentes de energía renovables que contribuyan a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y a reducir la dependencia de los combustibles fósiles. En este contexto, la energía solar fotovoltaica se presenta como una alternativa viable para avanzar en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 7, que promueve el acceso a una energía asequible y sostenible, y el ODS 13, orientado a la acción por el clima. La presente investigación tiene como objetivo determinar cómo la implementación de paneles solares en viviendas unifamiliares de la localidad de Ciudad Bolívar, en Bogotá, puede contribuir al cumplimiento de dos ODS, así como evaluar los impactos económicos, sociales y ambientales de esta tecnología. Para ello, se aplicó una encuesta en Google Forms dirigida a residentes de los estratos socioeconómicos 1, 2 y 3. Los resultados muestran que, aunque los costos iniciales de instalación se perciben como una barrera significativa, existe un interés considerable en adoptar sistemas fotovoltaicos, siempre y cuando se cuente con incentivos financieros y mayor acceso a la información técnica. Asimismo, se evidenció que la energía solar es reconocida por los encuestados como una alternativa que puede generar beneficios económicos a mediano plazo, contribuir a la reducción de emisiones contaminantes y fomentar una mayor conciencia ambiental en la comunidad.

Palabras clave: energía solar fotovoltaica, Objetivos de Desarrollo Sostenible, transición energética.

PANELES SOLARES Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN CIUDAD BOLÍVAR

Abstract

Climate change and the global energy crisis have driven the need to transition to renewable energy sources to mitigate greenhouse gas emissions and reduce dependence on fossil fuels. In this context, photovoltaic solar energy emerges as a viable alternative to advance progress toward the Sustainable Development Goals (SDGs), particularly SDG 7, which promotes access to affordable and sustainable energy, and SDG 13, which focuses on climate action. The aim of this research is to determine how implementing solar panels in single-family homes in the locality of Ciudad Bolívar, Bogotá, can contribute to achieving these SDGs, and to evaluate the economic, social, and environmental impacts of this technology. To this end, a survey was conducted using Google Forms, targeting residents from socioeconomic strata 1, 2, and 3. The results show that although the initial installation costs are perceived as a significant barrier, there is considerable interest in adopting photovoltaic systems, provided that financial incentives and greater access to technical information are available. Furthermore, respondents recognized solar energy as an alternative that can generate medium-term economic benefits, reduce polluting emissions, and promote greater environmental awareness within the community.

Keywords: solar photovoltaic energy, Sustainable Development Goals, energy transition

Introducción

El cambio climático y la creciente crisis energética han impulsado a los países del mundo a replantear sus modelos de producción y consumo de energía, en busca de alternativas sostenibles que reduzcan la dependencia de los combustibles fósiles y, al mismo tiempo, mitiguen las emisiones de gases de efecto invernadero. En este panorama, las energías renovables, en particular la energía solar fotovoltaica, se consolidan como una opción estratégica para diversificar las fuentes energéticas, garantizar el acceso universal a un servicio asequible y confiable y contribuir a la construcción de sociedades más sostenibles (AIE, 2024).

En coherencia con lo anterior, la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) establece un marco de acción global mediante los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Dentro de estos, el ODS 7 plantea la necesidad de garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna, mientras que el ODS 13 enfatiza la acción urgente frente al cambio climático y sus impactos. Ambos objetivos coinciden en reconocer el papel fundamental de las fuentes no convencionales de energía, como la solar fotovoltaica, en la transición hacia un modelo energético bajo en carbono y socialmente equitativo (PNUD, 2024).

Colombia presenta condiciones geográficas y climáticas favorables para el aprovechamiento de la energía solar, con altos niveles de radiación solar distribuidos en gran parte del territorio nacional (Ministerio de Minas y Energía de Colombia, 2020). Sin embargo, la implementación de tecnologías limpias en el sector residencial aún enfrenta múltiples limitaciones. En localidades urbanas vulnerables como Ciudad Bolívar, en Bogotá, gran parte de las viviendas unifamiliares continúan dependiendo de fuentes convencionales de energía, lo cual

restringe la eficiencia energética, incrementa la dependencia de redes tradicionales basadas en combustibles fósiles y limita el acceso equitativo a soluciones sostenibles. Aunque el país ha establecido marcos regulatorios como la Ley 1715 de 2014 y la Ley 2099 de 2021, orientados a fomentar la integración de energías renovables en la matriz energética, persisten barreras de carácter económico, técnico y social que han dificultado la apropiación de esta tecnología en sectores de bajos ingresos (Álvarez, 2021).

La presente investigación se centra en analizar la contribución de los sistemas de energía solar fotovoltaica al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en contextos urbanos vulnerables. Particularmente, se orienta al caso de las viviendas unifamiliares en la localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá, con el propósito de comprender los impactos económicos, sociales y ambientales que tendría la adopción de paneles solares en dichos hogares, así como su potencial para avanzar en la transición energética y aportar al desarrollo sostenible local.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

En Colombia, la electricidad proviene de dos fuentes, renovables y no renovables. Entre las diversas fuentes renovables, destacan la energía hidráulica, eólica y solar, consideradas tecnologías limpias por su capacidad de generar energía sin emitir dióxido de carbono (CO₂). En contraste a esta, las fuentes no renovables como el gas, carbón, aceite combustible y otros combustibles fósiles, generan grandes cantidades de emisiones de CO₂, lo que contribuye al cambio climático y al deterioro ambiental (Unidad de Planeación Minero Energética, 2015).

A pesar de los avances en el uso de energías renovables, las viviendas unifamiliares en la localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá D.C, continúan dependiendo en gran medida de las fuentes no renovables y de irregularidades como el robo de energía y la instalación ilegal de redes energéticas, lo que incrementa las emisiones de gases de efecto invernadero y obstaculiza el cumplimiento de las normativas nacionales, relacionados con el desarrollo sostenible (Vela et al., 2022). Según las leyes energéticas de Colombia (la Ley 143 de 1994 que rige el servicio público de electricidad, la Ley 697 de 2001 para el uso racional y eficiente de la energía, la Ley 1715 de 2014 para la integración de energías renovables no convencionales, y la Ley 2099 de 2021 que impulsa la transición energética y la dinamización del mercado) (Pereira, 2015). Se dificulta el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) vinculados con la energía limpia y asequible y la acción por el clima (ODS 13), los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 7), establece como meta el garantizar “la energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos” antes de 2030 (PNUD, 2024). (Pereira, 2015)

Para contribuir al cumplimiento de los objetivos, es necesario fortalecer los procesos de educación y sensibilización sobre energías renovables, orientados a la transición de fuentes convencionales hacia alternativas limpias como la energía solar (Castillo y Bacca, 2020). La presente investigación aborda dos Objetivos de Desarrollo Sostenible: ODS 7 (Energía asequible y no contaminante) y ODS 13 (Acción por el clima).

Por ello, se busca que una parte significativa de las viviendas unifamiliares, de la localidad de Ciudad Bolívar cumplan con los requisitos para la adecuada instalación y funcionamiento de los paneles solares, ya que es altamente necesario la evaluación del consumo de energía de las viviendas, para así determinar las limitaciones que tienen cada una de ellas, tanto en lo económico, como el espacio para la correcta instalación (Gómez Guzmán, 2024). Esto resalta la

necesidad urgente de explorar cómo la implementación de paneles solares puede contribuir al cumplimiento de los tres ODS abordados en la investigación. A pesar del gran potencial de los beneficios ambientales y del ahorro económico del servicio de la luz, existen barreras técnicas, económicas y sociales que limitan la adopción generalizada de esta tecnología, como la falta de incentivos y el desconocimiento de sus ventajas (Naciones Unidas, 2023).

Con base en este análisis, se desarrollan estrategias que fomentan la adopción de la energía solar y promueven un futuro más sostenible, ya que esta investigación tiene como objetivo analizar las oportunidades, barreras y beneficios asociados a la implementación de paneles solares en viviendas unifamiliares de la localidad de Ciudad Bolívar.

1.2 La pregunta de investigación

¿Cómo contribuye la implementación de paneles solares en viviendas unifamiliares de la localidad de Ciudad Bolívar, en Bogotá, D.C., al cumplimiento de dos Objetivos de Desarrollo Sostenible?

1.3 Los objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar cómo la implementación de paneles solares en viviendas unifamiliares de la localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá, D.C., contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 7 y 13, mediante la evaluación de sus impactos económicos, ambientales y sociales en el año 2025.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar las condiciones técnicas, económicas y sociales que influyen en la adopción de paneles solares en viviendas unifamiliares de la localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá, y analizar su impacto energético y ambiental en el cumplimiento de los ODS 7 y 13.
- Analizar los beneficios económicos, ambientales y sociales derivados de la instalación de paneles solares en hogares de la localidad de Ciudad Bolívar, en Bogotá.

1.4 Justificación de la investigación

La presente investigación está enfocada en analizar el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible en viviendas unifamiliares en la localidad de Ciudad Bolívar mediante energías renovables fotovoltaicas, puesto que el gobierno colombiano, a través del Ministerio de Minas y Energía, ha impulsado proyectos de energía solar, puesto que tiene la intención de darle una alta importancia y adecuada acción sobre el impacto negativo que genera la contaminación del uso excesivo de los combustibles fósiles que es la forma tradicional actual en la que se distribuye la energía de fuentes no renovables. Debido a una ausencia de cultura de conocimientos de cuidados ecológicos sobre la energía renovable fotovoltaica, se desconoce de manera más profunda que el uso de los paneles solares abarca varios factores benéficos como puede ser lo ambiental, social, tecnológico y económico (Naciones Unidas, 2023).

Teniendo en cuenta que Bogotá recibe una radiación solar promedio de aproximadamente 4.2 kWh/m²/día, lo suficiente para la función de los paneles solares. En particular, en la localidad de Ciudad Bolívar la radiación solar promedio alcanza cerca de 3.54 kWh/m²/día, lo cual la convierte en un escenario favorable para la implementación de sistemas fotovoltaicos

(Emergente innovación para transformar, 2023). No obstante, es importante considerar los posibles riesgos asociados a la instalación de paneles solares, tales como las condiciones estructurales de las viviendas y los permisos y requisitos legales que deben cumplirse para su implementación (Parra, 2025).

Se busca cuantificar mediante esta investigación el impacto económico, social, ambiental y tecnológico en las viviendas unifamiliares, por medio de la adopción de paneles solares, teniendo en cuenta las opiniones de las personas encuestadas, si tienen algún conocimiento sobre la reducción de la contaminación ambiental que tiene la energía fotovoltaica, la durabilidad y eficiencia de este tipo de energía renovable, que conlleva así una contribución al impacto positivo del calentamiento global.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Marco de Antecedentes

Uno de los antecedentes más relevantes es el desarrollado en Santa Rosa de Cabal, en el que se evaluó la implementación de paneles solares en viviendas rurales mediante un enfoque cuantitativo basado en encuestas, mediciones del consumo energético y análisis de la capacidad instalada. Los resultados de esta investigación evidenciaron que, aunque la inversión inicial es considerable, la tecnología resulta económicamente viable a mediano plazo, contribuyendo a la reducción de costos eléctricos y a la disminución de emisiones de CO₂. Asimismo, el estudio resaltó la importancia de la percepción de los habitantes sobre la adopción de energías limpias, lo cual incide directamente en la aceptación social de esta tecnología (Garzón y Ruiz, 2020).

En un contexto urbano, un estudio realizado en la localidad de Usaquén, Bogotá, examinó la integración de paneles solares en viviendas unifamiliares con el objetivo de evaluar su impacto en la reducción del consumo energético y en el cumplimiento de las metas de sostenibilidad. La metodología empleada fue cuantitativa, mediante encuestas a los residentes y un levantamiento de información técnica sobre el consumo energético de los hogares. Los hallazgos mostraron que las condiciones climáticas de Bogotá permiten aprovechar la radiación solar para la generación fotovoltaica y que la inversión inicial, aunque alta, puede amortizarse en un periodo cercano a los ocho años. Además, se evidenció que la adopción de esta tecnología contribuye al mejoramiento de la calidad del servicio eléctrico y a la reducción de la dependencia de la red pública de energía (Bermúdez, 2019).

Más recientemente, una investigación enfocada en estrategias de mejoramiento integral de vivienda que incluyeron la implementación de sistemas sostenibles como los paneles solares. Mediante una metodología cuantitativa basada en encuestas aplicadas a los hogares y en la evaluación de variables energéticas, económicas y ambientales, se identificó que la energía solar fotovoltaica no solo contribuye a la disminución del gasto en electricidad, sino que también representa un factor clave para mejorar la habitabilidad y avanzar hacia el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Entre los principales hallazgos, se destacó la necesidad de superar barreras relacionadas con el financiamiento y la falta de conocimiento técnico en los hogares de bajos recursos (Rojas, 2024).

2.2. Marco Teórico

2.2.1 Objetivos de desarrollo sostenible

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) constituyen una agenda global adoptada por la Asamblea General de la ONU en 2015, con el propósito de erradicar la pobreza, proteger el planeta y garantizar condiciones de prosperidad bajo un modelo inclusivo y sostenible. En total, se establecieron 17 objetivos y 169 metas que integran dimensiones económicas, sociales y ambientales del desarrollo (Naciones Unidas, 2023).

De manera particular, el ODS 7 busca garantizar el acceso a una energía asequible, confiable, sostenible y moderna para todos, mientras que el ODS 13 se centra en la acción por el clima, instando a los Estados a adoptar medidas urgentes frente al cambio climático y sus efectos. Ambos objetivos guardan una estrecha relación con la promoción de energías renovables, como la solar fotovoltaica, al ser tecnologías que permiten ampliar la cobertura energética, reducir emisiones contaminantes y mitigar la pobreza energética (Yarime et al., 2019).

Desde una perspectiva teórica, Schumacher (1973), en su obra “Small is Beautiful”, planteó la relevancia de las tecnologías apropiadas, entendidas como soluciones sostenibles, accesibles y adaptadas a contextos locales. Bajo este enfoque, la adopción de paneles solares en viviendas se concibe como una estrategia viable y descentralizada que contribuye no solo al acceso energético, sino también a la equidad social y ambiental en comunidades vulnerables.

2.2.2 Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica constituye una de las principales tecnologías renovables para avanzar hacia la transición energética. Estos sistemas son reconocidos como tecnologías maduras y confiables, capaces de transformar la manera en que los hogares acceden a la energía, especialmente en áreas rurales o urbanas donde el servicio eléctrico es insuficiente o poco confiable (Bossi et al., 2011). Además, permiten mejorar la autonomía energética de las comunidades, reducir los costos de electricidad y fortalecer la resiliencia social frente a la volatilidad de precios en fuentes tradicionales. En contextos de bajos ingresos, estas ventajas adquieren mayor relevancia, pues liberan recursos económicos para otras necesidades básicas (Eriksen et al., 2015).

En Colombia, diversas investigaciones han documentado los beneficios de la adopción de paneles solares. Se ha encontrado que los sistemas fotovoltaicos resultan particularmente útiles en zonas no interconectadas, donde los costos de la energía convencional son elevados y la confiabilidad del suministro es baja (Delgado et al., 2018). A nivel normativo, la Ley 1715 de 2014 estableció un marco jurídico para la incorporación de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER) al sistema eléctrico nacional, lo que ha permitido incentivar su adopción mediante beneficios tributarios y programas de financiación (Financiera de Desarrollo Territorial S.A. – Findeter, 2023).

Sin embargo, también persisten barreras importantes para su masificación. Entre ellas se destacan los costos iniciales de instalación, la falta de infraestructura adecuada y la resistencia cultural en algunas comunidades (Mora Carvajal, 2019). Aunque los costos de los sistemas han disminuido en la última década, aún existen brechas económicas que restringen el acceso en

sectores de bajos ingresos, así como desigualdad territorial en la distribución de esta tecnología (Agdas y Barooah, 2023).

Los beneficios de la energía solar no se limitan al plano económico y ambiental. Las investigaciones han demostrado que sustituir combustibles fósiles por electricidad limpia contribuye a reducir problemas de salud derivados de la quema de leña, carbón o queroseno, mejorando la calidad de vida de las familias (Rumbayan et al., 2025). Asimismo, la implementación de sistemas fotovoltaicos fomenta la generación de empleo verde en actividades de instalación, operación y mantenimiento, lo cual fortalece el desarrollo de capacidades locales y contribuye al crecimiento económico sostenible (Ramírez, 2018).

2.2.3 Paneles solares

Los paneles solares, también conocidos como módulos fotovoltaicos, constituyen el componente central de los sistemas de generación eléctrica a partir de la radiación solar. Estos dispositivos convierten la energía solar en electricidad mediante el efecto fotovoltaico, permitiendo un suministro energético renovable, silencioso y de bajo impacto ambiental. Su implementación en viviendas unifamiliares ha cobrado relevancia en la última década, tanto por su contribución a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, como por su potencial para mejorar la calidad de vida de las familias al disminuir la pobreza energética y garantizar un acceso más equitativo a la electricidad (Bossi et al., 2011).

En el contexto urbano colombiano, los paneles solares no solo representan una oportunidad para diversificar la matriz energética, sino también para avanzar en el cumplimiento de los ODS, particularmente el ODS 7 y el ODS 13. Su adopción en comunidades vulnerables, como las de

estratos 1, 2 y 3, se plantea como una estrategia viable para disminuir costos energéticos, reducir las emisiones de CO₂ y fomentar un modelo de desarrollo sostenible que integre dimensiones sociales, económicas y ambientales.

2.3. Marco normativo

El marco normativo colombiano en materia de energías renovables y transición energética ha avanzado de manera progresiva durante la última década, consolidando un conjunto de disposiciones legales orientadas a fomentar la sostenibilidad, la competitividad y la equidad en el acceso a la energía.

En primer lugar, la Ley 1715 de 2014 se constituye como la base jurídica para la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. Esta norma promueve la diversificación de la matriz energética, establece incentivos tributarios y financieros para proyectos de generación a partir de fuentes renovables, e impulsa la investigación y el desarrollo tecnológico en este campo (Congreso de la República de Colombia, 2014).

Posteriormente, la Ley 1955 de 2019, mediante la cual se expidió el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”, incorporó la sostenibilidad ambiental y el fortalecimiento de la infraestructura energética como ejes transversales del desarrollo territorial. Esta norma ratificó el compromiso del Estado con la transición energética, reconociendo a las energías renovables como un instrumento para la equidad y el cierre de brechas sociales (Congreso de la República de Colombia, 2019a).

En ese mismo año, la Ley 1962 de 2019 introdujo disposiciones para el fortalecimiento de las Regiones Administrativas y de Planificación (RAP), y su eventual conversión en Regiones Entidad Territorial (RET). Aunque no está centrada de manera exclusiva en el sector energético, esta ley resulta relevante porque establece mecanismos de gobernanza regional que permiten diseñar e implementar proyectos energéticos sostenibles de manera más articulada con las necesidades locales y territoriales (Congreso de la República de Colombia, 2019b).

Por último, la Ley 2099 de 2021 constituye un hito normativo al dictar disposiciones para la transición energética y dinamización del mercado eléctrico. Esta ley actualiza y modifica aspectos de la Ley 1715 de 2014, ampliando los incentivos a la generación distribuida, promoviendo la movilidad eléctrica y fortaleciendo la infraestructura para energías renovables. Además, integra la transición energética como una política de Estado vinculada a la reactivación económica, consolidando a Colombia como referente regional en materia de sostenibilidad energética (Congreso de la República de Colombia, 2021).

3. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque y alcance de la investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo, ya que se basa en la recolección y el análisis de datos numéricos obtenidos mediante una encuesta, lo que permite medir objetivamente las percepciones, conocimientos, motivaciones y limitaciones de los residentes respecto de la implementación de paneles solares en viviendas unifamiliares en Ciudad Bolívar. El alcance de esta investigación es exploratorio-descriptivo. Se pretende identificar, describir y comprender las percepciones, conocimientos, motivaciones y limitaciones que tienen los residentes de viviendas

unifamiliares en Ciudad Bolívar frente a la implementación de paneles solares, y cómo estas se vinculan con las metas de desarrollo sostenible.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Definición de la población

La población objeto de estudio corresponde a los habitantes de viviendas unifamiliares ubicadas en la localidad de Ciudad Bolívar, al sur de Bogotá. Esta localidad es la tercera más grande de la ciudad y está conformada por más de 300 barrios. Su territorio se caracteriza por una composición mixta, con un 73,9% de suelo rural y el restante clasificado como suelo urbano (Orozco et al., 2009).

Figura 1.

Ubicación geográfica de la localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá D.C.



En la figura 1, se muestra la ubicación geográfica de la localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá D. C., Colombia. Elaboración propia con base en la cartografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Los hogares de Ciudad Bolívar pertenecen principalmente a los estratos socioeconómicos 1 y 2, con presencia minoritaria de estrato 3. La localidad enfrenta problemáticas ambientales relevantes, entre ellas la inadecuada gestión de residuos sólidos y la contaminación de fuentes hídricas por vertimientos, lo que refleja condiciones de vulnerabilidad socioambiental que impactan la calidad de vida de sus habitantes (Orozco et al., 2009).

3.2.2. Cálculo y selección de la muestra

La muestra definida para esta investigación será de carácter no probabilístico, seleccionada intencionalmente en función de criterios específicos que permitan garantizar la pertinencia de la información recolectada. Los criterios de inclusión son los siguientes:

- Ser residentes permanentes de viviendas unifamiliares ubicadas en la localidad de Ciudad Bolívar.
- Pertenecer a los estratos socioeconómicos 1, 2 o 3.
- Poseer conocimientos básicos sobre energías renovables fotovoltaicas.
- Tener algún grado de familiaridad con el funcionamiento de los paneles solares.

Con base en estos parámetros, la encuesta se aplicó a 20 personas, número considerado suficiente para alcanzar una saturación teórica de la información, entendida como el punto en el que los datos recolectados resultan consistentes y repetitivos, sin aportar variaciones significativas al análisis.

3.3. Instrumento(s)

El instrumento creado para esta investigación fue una encuesta tipo Likert, aplicada en formato digital a través de la plataforma Google Forms. La encuesta se dividió en cinco secciones:

- Datos generales: edad, nivel educativo, tipo de propiedad, zona de residencia.
- Conocimiento sobre paneles solares: familiaridad con la tecnología y nivel de información percibido.
- Percepciones: opiniones sobre viabilidad, impacto ambiental, costos, confianza y apoyo institucional.
- Barreras percibidas: obstáculos técnicos, económicos y sociales para la adopción.
- Disposición a implementar: Intención de instalar paneles solares y posibilidades económicas en distintos plazos.

3.4. Descripción de procedimientos

La recolección de datos cuantitativos se llevó a cabo mediante la aplicación de una encuesta estructurada, dirigida a personas mayores de edad residentes en la localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá D.C, sin importar si eran o no propietarias de viviendas unifamiliares. El objetivo principal fue identificar el nivel de conocimiento, percepción, creencias y disposición hacia la adopción de tecnologías sostenibles, con énfasis en la instalación del sistema de energía fotovoltaica mediante paneles solares para uso residencial.

La encuesta fue diseñada en la plataforma Google Forms, lo que permitió su aplicación en modalidad virtual. Para la recolección de la información, el enlace del cuestionario se compartió a través de WhatsApp y redes sociales, garantizando así un mayor alcance y la posibilidad de obtener una muestra variada en términos geográficos y demográficos. La aplicación del instrumento se llevó a cabo el 21 de julio de 2025, obteniéndose un total de 20 respuestas provenientes de diferentes barrios de la localidad de Ciudad Bolívar.

Dado que el estudio no requirió la aplicación presencial de los instrumentos, no fue necesario solicitar permisos específicos a autoridades locales ni realizar capacitaciones adicionales a los participantes. Sin embargo, se aseguró que todas las personas encuestadas fueran mayores de edad, y se les informó de manera clara el propósito de la investigación y el carácter voluntario y confidencial de su participación, siguiendo principios éticos de respeto y transparencia en el manejo de la información.

El cuestionario se estructuró en seis secciones:

Datos generales: Incluye preguntas sobre el rango de edad, nivel educativo, municipio o ciudad de residencia, tipo de propiedad (propia o arrendada) y zona de ubicación de la vivienda (urbana o rural).

Conocimiento sobre paneles solares: Evalúa si los encuestados han oído hablar o conocen de esta tecnología y qué tan informados se consideran al respecto.

Percepciones: Se presentan afirmaciones para conocer el grado de acuerdo de los participantes respecto al impacto ambiental, viabilidad, costos, confianza y apoyo gubernamental en relación con los paneles solares.

Barreras percibidas: Indaga sobre los obstáculos que dificultan la adopción de esta tecnología en hogares similares al del encuestado.

Disposición a implementar: Explora la intención de instalar paneles solares y las posibilidades económicas de hacerlo en distintos plazos (corto, mediano o largo).

3.5. Análisis de información

Para el análisis cuantitativo de la información, se utilizó principalmente el software JASP, que facilitó el proceso de codificación y estructuración de los datos. Además, se realizaron análisis complementarios mediante las herramientas gráficas de Google Forms y operaciones de organización y verificación en Microsoft Excel.

Las variables categóricas fueron codificadas manualmente en números para facilitar su análisis estadístico. Este proceso se llevó a cabo tanto en Microsoft Excel como en el software JASP, lo que permitió estructurar adecuadamente la base de datos antes de aplicar los procedimientos de análisis. Por ejemplo:

Rangos de edad: se codificaron del 1 al 5, según los intervalos definidos en la encuesta.

Nivel educativo: se asignaron valores del 1 (primaria o secundaria incompleta) al 5 (posgrado).

Zona de residencia y tipo de propiedad: se representaron con valores binarios (por ejemplo, 1 = urbana, 0 = rural; 1 = propietario, 0 = no propietario).

Preguntas de percepción: se transformaron en una escala tipo Likert del 1 (totalmente en desacuerdo) al 5 (totalmente de acuerdo).

Barreras percibidas: cada opción se codificó como una variable binaria independiente (1 = seleccionada, 0 = no seleccionada).

Disposición a implementar: se clasificó de forma ordinal según el tiempo estimado de inversión (1 = corto plazo, 2 = mediano plazo, 3 = largo plazo).

3.6.Consideraciones éticas

3.6.1. Análisis de consideraciones éticas

La presente investigación se desarrolla bajo los principios éticos establecidos por la Corporación Universitaria Minuto de Dios – Uniminuto y por las directrices de la comunidad científica internacional en materia de investigación con seres humanos. En este sentido, se garantizan los principios de respeto, autonomía, beneficencia, justicia y no maleficencia, asegurando que la población participante no se vea expuesta a riesgos físicos, psicológicos ni sociales derivados de su participación.

Asimismo, se protege la confidencialidad y el anonimato de la información suministrada por los participantes, resguardando sus datos personales de acuerdo con la normativa vigente en Colombia sobre habeas data y protección de la información personal (Ley 1581 de 2012). La información recolectada mediante la encuesta aplicada en Google Forms se utiliza exclusivamente con fines académicos y científicos, sin afectar la dignidad ni los derechos de la población objeto de investigación.

De igual manera, se promueve la transparencia y la voluntariedad, informando a los participantes sobre los objetivos, alcances y posibles implicaciones de la investigación, garantizando que la decisión de participar sea libre y consciente. Este proceso se lleva a cabo mediante un consentimiento informado, ajustado a las normativas institucionales y a los principios éticos internacionales establecidos en la Declaración de Helsinki y el Informe Belmont.

3.6.2. Instrumentos de aceptación y autorización

Para la recolección de información, se aplica un formato de consentimiento informado digital, incluido en la encuesta de Google Forms, mediante el cual cada participante manifiesta su aceptación voluntaria de participar en la investigación. Este instrumento contiene información clara y accesible sobre el propósito del estudio, los procedimientos a realizar, los criterios de confidencialidad y el derecho a retirarse en cualquier momento sin repercusiones.

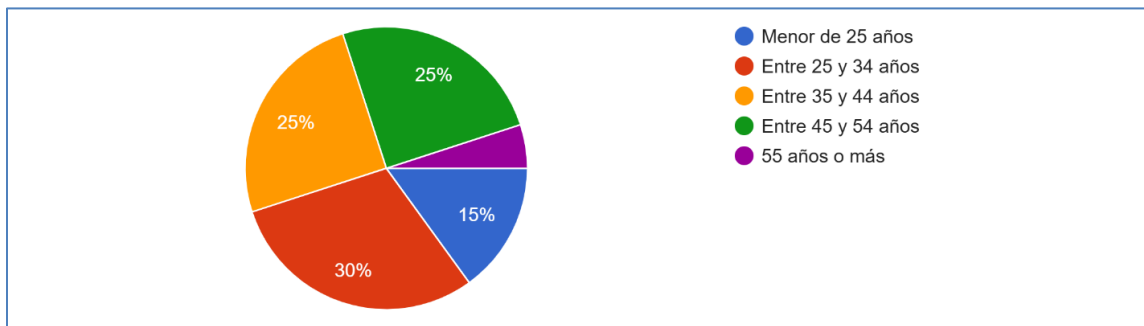
En caso de requerirse la autorización de organizaciones o entidades locales para acceder a la población objetivo, se diligencian los documentos de aceptación correspondientes, garantizando el cumplimiento de los protocolos institucionales y legales que rigen la investigación científica en contextos comunitarios.

4. RESULTADOS

De acuerdo con los análisis de los resultados obtenidos durante el desarrollo de la encuesta aplicada a 20 personas residentes en la localidad de Ciudad Bolívar, se identificaron los siguientes hallazgos que inciden en la adopción de tecnologías solares.

Figura 2.

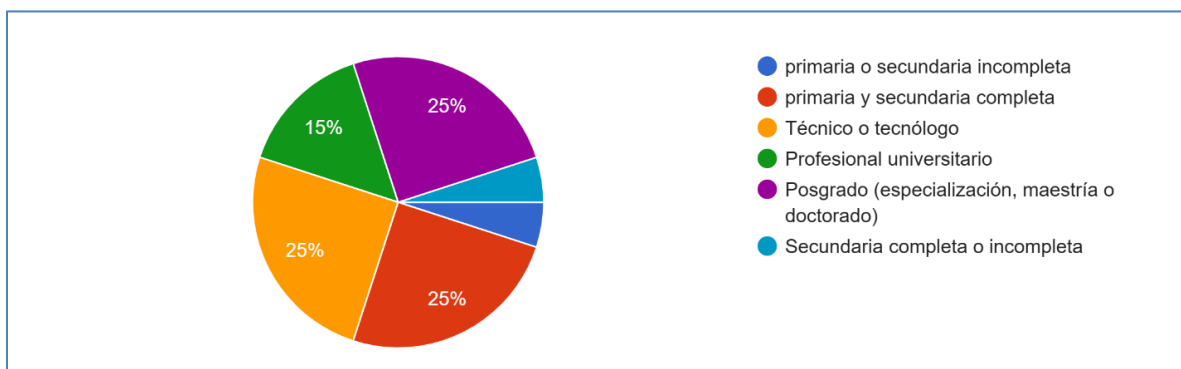
Distribución porcentual de los encuestados por rango etario



La figura 2 muestra que el 30 % de los participantes tiene entre 25 y 34 años, el 25 % entre 35 y 44 años, el 25 % entre 45 y 54 años, el 15 % es menor de 25 años y el 5 % corresponde a personas de 55 años o más.

Figura 3.

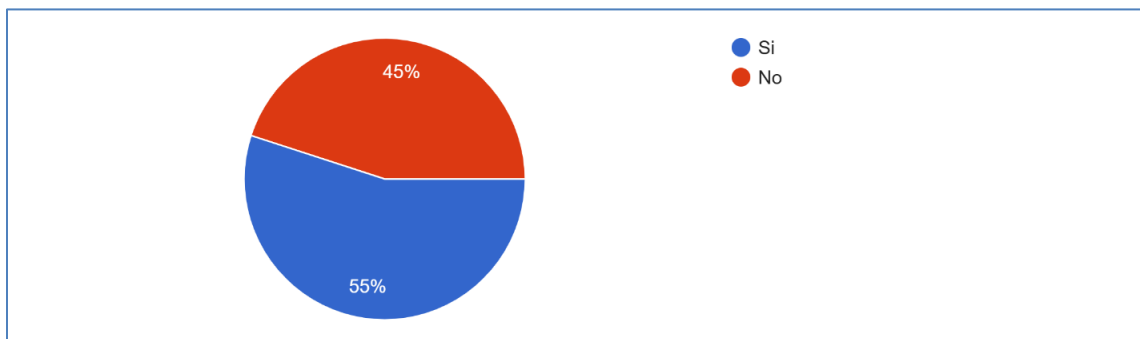
Distribución porcentual de los encuestados según nivel educativo



En la figura 3 se evidencia que el 25 % de los participantes cuenta con formación técnica o tecnológica, el 25 % tiene primaria y secundaria completas, el 25 % posee estudios de posgrado (especialización, maestría o doctorado), el 15 % es profesional universitario y el 5 % corresponde a personas con primaria o secundaria incompleta, así como el 5 % con secundaria completa o incompleta.

Figura 4.

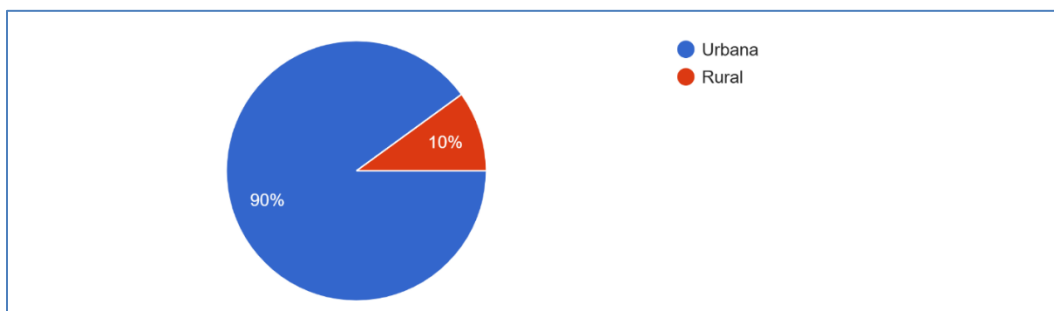
Distribución porcentual de los encuestados según la condición de propiedad de la vivienda en la que residen



La figura 4 muestra que el 55 % de los participantes manifestó ser propietario de la vivienda en la que reside, mientras que el 45 % indicó no serlo.

Figura 5.

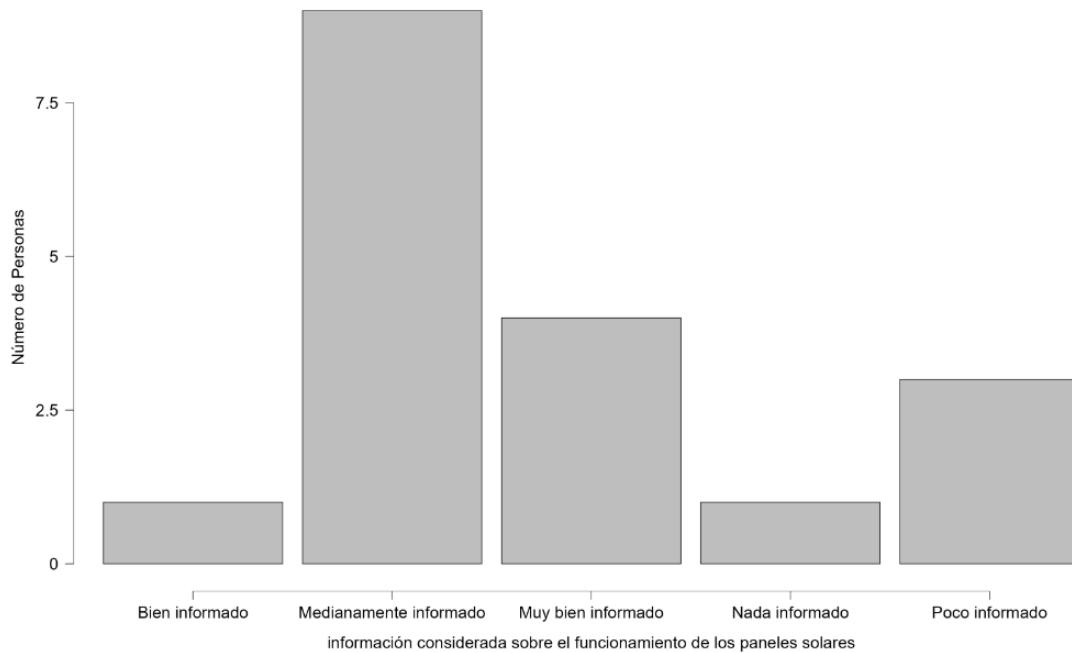
Distribución porcentual de los encuestados según zona de ubicación de la vivienda



En la figura 5 se evidencia que el 90 % de los participantes reside en zona urbana, mientras que el 10 % habita en zona rural.

Figura 6.

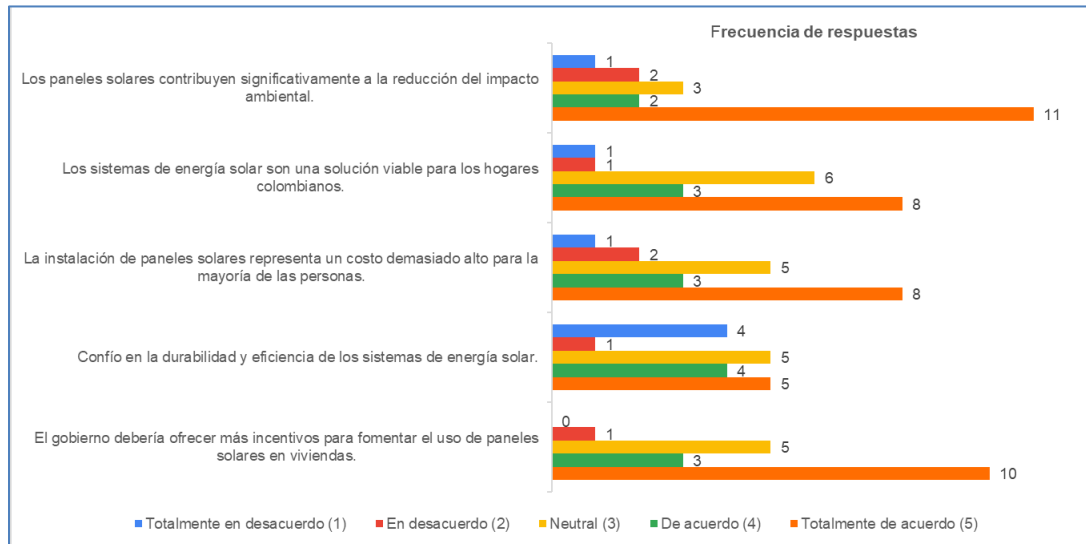
Nivel de información percibido sobre el funcionamiento de los paneles solares



En la figura 6 se muestra cómo perciben los encuestados su nivel de conocimiento sobre el funcionamiento de los paneles solares. La mayoría se considera medianamente informada (9 personas). Estos resultados evidencian que, si bien existe una base de conocimiento general entre la mayoría de los encuestados, predominan los niveles intermedios de información. Este panorama sugiere que fortalecer los procesos de difusión y formación sobre energía solar podría ser clave para aumentar la disposición a adoptar esta tecnología, especialmente entre quienes aún no se sienten plenamente informados.

Figura 7.

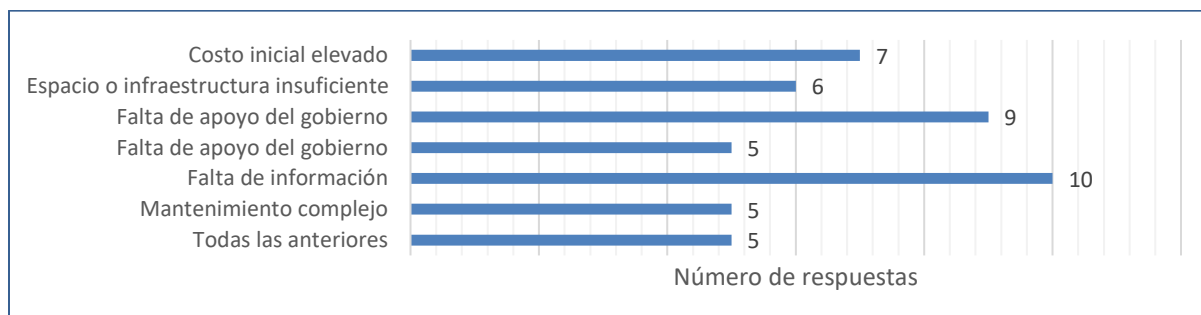
Nivel de acuerdo de los encuestados frente a afirmaciones sobre paneles solares (escala de 1 a 5)



La figura 7, presenta los niveles de acuerdo de los encuestados frente a cinco afirmaciones relacionadas con los paneles solares. La afirmación con mayor consenso fue “El gobierno debería ofrecer más incentivos para fomentar el uso de paneles solares en viviendas”, con 10 personas que estuvieron de acuerdo o totalmente de acuerdo, lo que refleja una fuerte expectativa hacia políticas públicas de apoyo.

Figura 8.

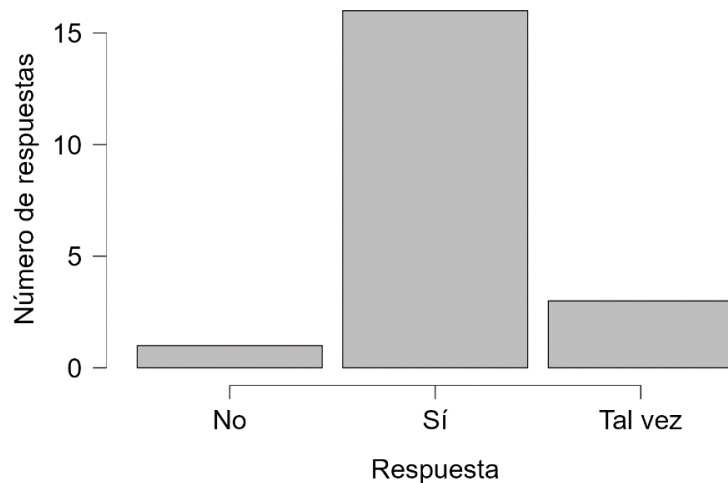
Principales barreras para la adopción de paneles solares identificadas por los encuestados



En la figura 8 se evidencia que la principal barrera percibida para la adopción de paneles solares es la falta de información (10 respuestas), lo que sugiere la necesidad de fortalecer procesos de divulgación y educación energética. En segundo lugar, se destaca la falta de apoyo gubernamental (9 respuestas), lo cual refleja una percepción de insuficiencia en incentivos o políticas públicas que promuevan la transición energética. El costo inicial elevado (7 respuestas) también se identifica como un obstáculo relevante, asociado a la inversión requerida para la implementación del sistema. Otras barreras señaladas incluyen limitaciones de espacio o infraestructura, mantenimiento complejo y la percepción de múltiples factores simultáneos. La muestra estuvo conformada por 20 encuestados y la pregunta permitió selección múltiple, por lo que el total de respuestas supera el número de participantes.

Figura 9.

Disposición de los encuestados para instalar paneles solares en su vivienda

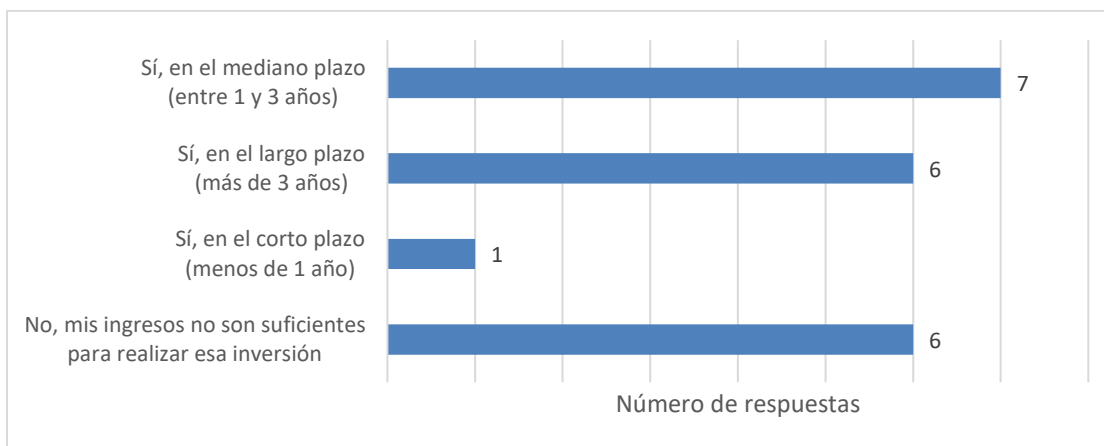


En la figura 9 se muestra que la mayoría de los participantes manifestó estar dispuestos a instalar paneles solares en su vivienda (16 respuestas), lo que evidencia una alta aceptación potencial de esta tecnología en la muestra analizada. Tres personas indicaron “Tal vez”, lo que

sugiere una disposición condicionada posiblemente por factores económicos, técnicos o informativos. En contraste, únicamente un encuestado manifestó no estar dispuesto a realizar la instalación, lo que representa una proporción mínima dentro del grupo estudiado. Estos resultados reflejan una percepción mayoritariamente favorable hacia la adopción de sistemas fotovoltaicos.

Figura 10.

Capacidad percibida de inversión en paneles solares según horizonte temporal



En la figura 10 se muestra que 7 encuestados consideran que podrían invertir en un sistema de paneles solares en el mediano plazo (entre 1 y 3 años), mientras que 6 estiman que podrían hacerlo en el largo plazo (más de 3 años). Solo una persona manifestó poder realizar la inversión en el corto plazo (menos de 1 año). Por otro lado, 6 participantes indicaron que sus ingresos actuales no son suficientes para asumir dicha inversión. Estos resultados evidencian que, aunque existe disposición hacia la adopción de energía solar, la capacidad económica inmediata constituye un factor determinante en la toma de decisiones.

5. DISCUSIÓN

En la presente investigación se encontró que el rango de edad de menores de 25 años a más de 55 años fue fundamental para comprender las condiciones técnicas, económicas y sociales que influyen en la adopción de la energía solar en contextos de vulnerabilidad urbana, así como los beneficios percibidos en términos económicos, ambientales y sociales. Este tipo de resultados se ha encontrado en otras investigaciones, donde se identificaron diferencias significativas en la adopción de energía solar según grupos de edad, específicamente entre jóvenes de 15 a 34 años, adultos de 35 a 54 años y mayores de 55 años, lo que evidencia que la edad constituye un factor determinante en la adopción de sistemas solares fotovoltaicos (Wali et al., 2025).

Los resultados obtenidos evidencian que la escasez de información y la falta de ingresos constituyen factores centrales que condicionan la posibilidad de implementar sistemas de paneles solares en Ciudad Bolívar. Este hallazgo es relevante si se analiza desde la perspectiva de los compromisos financieros, teniendo en cuenta también las ubicaciones de las viviendas, rurales y urbanas, que suelen caracterizar esta etapa de la vida, marcada por gastos asociados al sostenimiento de un hogar, responsabilidades familiares y la falta de capacidad de ahorro. En ese sentido, la limitación económica se erige como la principal barrera para la implementación de tecnologías limpias, añadiendo la falta de apoyo del gobierno sobre el tema, la falta de conocimiento sobre el cómo ahorrar la energía mediante los paneles solares, lo que coincide con lo señalado por Ortiz y Chacón (2018), quienes concluyeron que, a pesar del potencial de los sistemas fotovoltaicos, los altos costos iniciales continúan siendo una dificultad importante para su adopción en viviendas de bajos ingresos.

El 5 % de los participantes indicó que la intención es adoptarla en el corto plazo (menos de un año), el mayor interés sobre esta energía se concentra en las personas que las adoptarían en un mediano plazo (entre uno y tres años) que eso equivale al 35 % de los encuestados, seguido por personas que las implementarían a largo plazo (más de tres años) equivalente al 30 % y el otro 30 % hace referencia a las personas cuyos ingresos no son suficientes para realizar esa inversión. La mayoría de los participantes manifestó estar interesados a instalar paneles solares en su vivienda, sin ignorar el hecho de si las personas son propietarias o arrendatarias de las viviendas donde residen. Sin embargo, este interés no siempre se traduce en acciones concretas, lo que refleja la influencia de factores económicos y técnicos. Como señala Gómez Guzmán (2024), en el caso de Bogotá, aunque la radiación solar es suficiente y las condiciones técnicas son favorables, los periodos de recuperación de la inversión, que oscilan alrededor de siete años, representan un obstáculo para sectores con ingresos limitados que buscan retornos de manera inmediata.

El aspecto técnico, por su parte, está estrechamente ligado al conocimiento percibido de la tecnología. La mayoría de los encuestados se considera medianamente informada sobre el funcionamiento de los paneles solares, lo que implica que, aunque existe un conocimiento nulo o básico, que puede interpretarse como falta de estudio educativo, aún no se alcanza un nivel que motive a la acción. Chávez (2021) destaca la importancia de la capacitación y la difusión de información técnica en comunidades de bajos ingresos, al demostrar que cuando se fortalecen las competencias en el manejo de tecnologías sostenibles, la disposición a implementarlas aumenta significativamente. En este caso, la falta de información puede interpretarse como una barrera social y cultural que se suma a las limitaciones económicas.

En términos ambientales, la evidencia obtenida permite afirmar que la adopción de sistemas solares en Ciudad Bolívar tendría un impacto directo en la reducción de emisiones de

CO₂ y contribuiría de manera significativa al ODS 13, orientado a la acción climática. Este resultado es consistente con lo reportado por investigaciones realizadas en otros contextos urbanos de Colombia, como la de Santa Rosa de Cabal, donde se encontró que la energía solar fotovoltaica representa una alternativa eficaz para mitigar la huella de carbono y garantizar la sostenibilidad energética. De igual manera, en el estudio de Bermúdez (2019), se evidenció que la integración de sistemas solares en zonas urbanas contribuye a disminuir la dependencia de la red eléctrica convencional, al tiempo que fortalece la resiliencia frente a los impactos del cambio climático.

De esta forma, se observa que en Ciudad Bolívar los factores económicos, técnicos y sociales condicionan la adopción de los paneles solares, pero, al mismo tiempo, existe un potencial ambiental que respalda su implementación como estrategia de transición energética y de cumplimiento de los ODS. Los beneficios percibidos de la instalación de paneles solares se reflejan en las opiniones de los encuestados respecto a afirmaciones específicas. La mayor aceptación se evidenció en que los paneles solares contribuyen significativamente a la reducción del impacto ambiental, lo que indica una conciencia generalizada sobre el potencial de la energía solar, pero también una expectativa de apoyo institucional por parte del gobierno para facilitar su adopción. Este resultado es coherente con lo planteado por la Financiera de Desarrollo Territorial S.A. – Findeter (2023), que identificó que las políticas de incentivos y beneficios tributarios son claves para estimular la implementación de sistemas fotovoltaicos en viviendas.

Desde una perspectiva económica, los encuestados reconocen que los paneles solares pueden contribuir a reducir los costos del consumo energético. No obstante, el obstáculo sigue siendo el costo inicial de la instalación, lo cual coincide con lo reportado por Ortiz y Chacón (2018), quienes señalaron que, aunque la inversión en energía solar es recuperable a largo plazo,

para hogares de bajos ingresos la dificultad radica en el desembolso inicial. Gómez Guzmán (2024) también confirmó este punto en el caso de Bogotá, al estimar que el periodo de recuperación de la inversión se sitúa alrededor de siete años. Estos hallazgos sugieren que, si bien los beneficios económicos son claros, se requiere implementar mecanismos de financiamiento flexibles que permitan a los hogares asumir la inversión inicial.

En el plano social, los resultados evidencian que la mayoría de los encuestados considera que los paneles solares podrían mejorar la calidad de vida en la localidad, especialmente en términos de acceso a una energía confiable y sostenible. Este hallazgo coincide con la literatura que ha destacado el papel de la energía solar en la reducción de la pobreza energética. Según Liddell (2015), la adopción de tecnologías solares permite liberar recursos económicos que pueden destinarse a otras necesidades básicas, contribuyendo al bienestar de las familias. Asimismo, Carvalho et al. (2017) subrayan que la sustitución de los combustibles fósiles por electricidad limpia tiene un impacto positivo en la salud de los habitantes, al reducir la exposición a contaminantes nocivos.

En el ámbito ambiental, los encuestados mostraron un alto nivel de acuerdo con la afirmación de que los paneles solares contribuyen a la reducción de emisiones y a la sostenibilidad. Este consenso refuerza la percepción de que la energía solar no solo es una alternativa viable, sino también una necesidad en contextos urbanos como Ciudad Bolívar, donde la contaminación y la degradación ambiental son problemáticas frecuentes. Al respecto, el estudio realizado en Santa Rosa de Cabal, Garzón y Ruiz (2020) encontró que la implementación de sistemas solares contribuyó significativamente a disminuir el impacto ambiental de las viviendas, lo que permite extrapolar que en Ciudad Bolívar podrían lograrse resultados similares.

6. CONCLUSIONES

La identificación de las condiciones técnicas, económicas y sociales que influyen en la adopción de paneles solares en viviendas unifamiliares de la localidad de Ciudad Bolívar permitió evidenciar que el principal obstáculo para su implementación es de carácter económico, dado que la mayoría de los habitantes manifiestan que sus ingresos no son suficientes para realizar la inversión inicial. A esto se suman barreras técnicas y sociales asociadas a los niveles intermedios de conocimiento sobre el funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos. Sin embargo, también se reconoció que la adopción de esta tecnología tendría un impacto positivo en la reducción de las emisiones de CO₂, contribuyendo directamente a las metas de los ODS 7 y 13. Estos resultados reflejan que, aunque existen limitaciones, el potencial energético y ambiental de la energía solar en la localidad es alto y viable, siempre que se acompañe de mecanismos de apoyo económico y de programas de capacitación comunitaria.

El análisis de los beneficios económicos, ambientales y sociales derivados de la instalación de paneles solares en Ciudad Bolívar demuestra que esta tecnología ofrece ventajas significativas a corto, mediano y largo plazo. En lo económico, se proyecta una disminución de los costos en las facturas de energía eléctrica, así como la posibilidad de generar nuevas oportunidades de empleo vinculadas a la instalación, mantenimiento y operación de los sistemas. En el ámbito ambiental, la implementación de paneles solares representa una fuente de energía limpia que contribuye a mitigar el cambio climático y a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Finalmente, en el plano social, la energía solar fomenta una mayor conciencia ambiental y puede impulsar iniciativas comunitarias orientadas a la sostenibilidad, tal como lo reflejaron los resultados de la encuesta aplicada.

La implementación de paneles solares en viviendas unifamiliares de Ciudad Bolívar constituye una estrategia eficaz para avanzar en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 7 (energía asequible y no contaminante) y 13 (acción por el clima). Esta investigación demuestra que la energía solar no solo contribuye a diversificar la matriz energética y a reducir la dependencia de combustibles fósiles, sino que también promueve beneficios económicos, ambientales y sociales de gran relevancia para las comunidades urbanas vulnerables. El estudio resalta la importancia de fortalecer las políticas de apoyo, los esquemas de financiamiento inclusivo y los procesos de formación ciudadana, con el fin de garantizar que los beneficios de esta tecnología se traduzcan en mejoras reales de la calidad de vida y en una transición energética justa y sostenible.

7. RECOMENDACIONES

Entre las recomendaciones pueden destacarse las siguientes:

- Diseñar e implementar esquemas de financiamiento innovadores y accesibles para superar la barrera económica inicial.
- Desarrollar e impulsar programas de capacitación y de acompañamiento técnico comunitario para abordar las barreras de conocimiento y fomentar la apropiación social de la tecnología.
- Promover la creación de incentivos tributarios y tarifarios a nivel local y distrital que premien la adopción de energías renovables.

- Fomentar la generación de empleo y emprendimiento locales a lo largo de la cadena de valor de la energía solar.
- Diseñar una estrategia de comunicación y divulgación clara que evidencie los beneficios económicos, ambientales y sociales de la energía solar.
- Gestionar alianzas público-privadas y con la academia para asegurar la sostenibilidad técnica y financiera de los proyectos.
- Incorporar la energía solar como un eje estratégico en los planes de desarrollo local y en las políticas públicas distritales de transición energética.

Referencias

- Agencia Internacional de la Energía (AIE). (2024). Renewables 2023. <https://www.iea.org/reports/renewables-2023>
- Agdas, D., & Barooah, P. (2023). On the economics of rooftop solar PV adoption. *Energy Policy*, 178, 113611. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113611>
- Álvarez, A. C. (2021). *Retos y oportunidades ambientales de la energía verde en Colombia*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://ser-colombia.org/wp-content/uploads/2021/11/5.-Retos-y-Oportunidades-ambientales-de-la-energia-verde-en-Colombia.pdf>
- Bermúdez, E. C. (2019). *Determinación del diseño muestral para evaluar la intención de implementar energía solar en edificios residenciales en la localidad de Usaqué en Bogotá* [Trabajo de grado, Fundación Universitaria Los Libertadores]. Repositorio Institucional. <https://repository.libertadores.edu.co/server/api/core/bitstreams/95802929-d815-44f2-9e12-774e942f75b0/content>
- Bossi, N. K., Carro-Calvo, L., Sanz, S. S., Portilla-Figueras, A., Prieto, L., Herrera, R. G., y Martín, E. H. (2011). Extraction of synoptic pressure patterns for long-term wind speed estimation in wind farms using evolutionary computation. *Energy*, 36(4), 1965–1975. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544211000028?via%3Dihub>
- Carvalho, D., Rocha, A., Gómez-Gesteira, M., y Santos, C. S. (2017). Potential impacts of climate change on European wind energy resource under the CMIP5 future climate projections. *Renewable Energy*, 101, 29–40. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.08.036>
- Castillo, C. G., y Bacca, L. S. (2020). *Diseño e implementación de estrategias de eficiencia energética para viviendas en Colombia* [Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Institucional Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/7df95ec5-0c0b-42b8-b699-bca04a25a434/content>
- Congreso de la República de Colombia. (2014). Ley 1715 de 2014. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=57353>
- Congreso de la República de Colombia. (2019a). Ley 1955 de 2019. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=93970>
- Congreso de la República de Colombia. (2019b). Ley 1962 de 2019. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=96110>

- Congreso de la República de Colombia. (2021). Ley 2099 de 2021.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=166326>
- Chávez, F. (2021). *Acondicionamiento sostenible de la vivienda de interés social como medio saludable para los habitantes. Caso de estudio Urbanización Tierra Tayrona en Bosa, Bogotá D.C.* [Trabajo de grado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional Universidad Católica de Colombia.
<https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/e22d62ff-b6de-4ee3-b785-b273c5c8fd4a>
- Delgado, A., Planeyes, D., y Rivera, B. (2018). *Energía solar en Colombia: Potencial y perspectivas para su implementación.* *Episteme*, 14(2), 23–41.
<https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/episteme/article/view/8381>
- Emergente Innovación para Transformar. (2023). Mapa solar de Colombia.
<https://www.emergente.com.co/mapa-solar-de-colombia>
- Eriksen, S. H., Nightingale, A. J., y Eakin, H. (2015). Reframing adaptation: The political nature of climate change adaptation. *Global Environmental Change*, 35, 523–533.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.09.014>
- Financiera de Desarrollo Territorial S.A. – Findeter. (2023). *¿Cuáles son los incentivos tributarios para implementar fuentes de energía renovable en Colombia?*
<https://www.findeter.gov.co/blog/informes-economicos/cuales-son-los-incentivos-tributarios-para-implementar-fuentes-de-energia-renovable-en-colombia>
- Garzón, J. A., y Ruiz, A. F. (2020). *Estudio de percepción de la pertinencia de proyectos VIS/VIP con cubiertas fotovoltaicas en el sector de la construcción en el municipio de Santa Rosa de Cabal* [Trabajo de grado, Universidad Tecnológica de Pereira]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.utp.edu.co/entities/publication/1a0fd356-c08d-496f-aaea-799c7be79870>
- Gómez Guzmán, M. A. (2024). *Evaluación de viabilidad para la integración de energía solar a la matriz de una vivienda unifamiliar en la ciudad de Bogotá* [Trabajo de grado, Fundación Universidad de América]. Repositorio Institucional Lumieres.
<https://hdl.handle.net/20.500.11839/9738>
- Liddell, C. (2015). Human factors in energy efficient housing: Perspectives from a Northern Ireland community. *Energy Research & Social Science*, 10, 19–25.
<https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.06.004>
- Ministerio de Minas y Energía de Colombia. (2020). *Transición energética en Colombia: Lineamientos para la formulación del Plan de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía – PEN 2050* [Informe técnico]. Repositorio del Ministerio de

- Minas y Energía de Colombia.
<https://repositoriobi.minenergia.gov.co/handle/123456789/2414>
- Mora Carvajal, O. S. (2019). *Oportunidades y desafíos de la transición energética justa en Colombia* [Monografía, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/78071>
- Naciones Unidas. (2023). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2023*. https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Spanish.pdf
- Orozco, M. J., Hernández, C. O., Jiménez, D. A., Tejada, N. C., López, J. A., Zabala, J. C., y Silva, S. M. (2009). *Caracterización de la localidad de Ciudad Bolívar* [Informe técnico]. Alcaldía Mayor de Bogotá.
<https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/documentos/19%20Localidad%20de%20Ciudad%20Bol%C3%ADvar.pdf>
- Ortiz, L. M., y Chacón, E. D. (2018). *Evaluación de los impactos en la implementación de energía solar fotovoltaica para una vivienda unifamiliar (Vereda La Cecilia, Villavicencio-Meta-Colombia)* [Trabajo de grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional Universidad Cooperativa de Colombia.
https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/4122/1/2018_evaluacion_impactos_energia.pdf
- Parra, R. (2025, 24 de febrero). *Se pueden poner paneles solares en Bogotá: estos son los 5 permisos que debe tramitar*. Caracol Radio. <https://caracol.com.co/2025/02/24/se-pueden-poner-paneles-solares-en-bogota-estos-son-los-5-permisos-que-debe-tramitar/>
- Pereira, M. B. (2015). *Evaluación de prácticas energéticas en comunidades rurales*. Revista Ciencias Estratégicas, 23(34), 123–138.
<https://www.redalyc.org/pdf/7369/736980919003.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2024). *Objetivos de desarrollo sostenible*. <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>
- Ramírez, J. (2018). *El empleo verde en Colombia: Oportunidades desde las energías renovables* [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Colombia.
<https://bffrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/b6cc7434-d739-4c0b-beb0-b01cd705b832/content>
- Rojas, J. P. (2024). *Estrategias de mejoramiento integral para viviendas sostenibles con energía solar fotovoltaica* [Trabajo de grado, Fundación Universidad de América]. Repositorio

- Institucional Universidad de América.
<https://repository.uamerica.edu.co/items/bd45b541-7f2c-4d8a-977d-f7369f93f5c4>
- Rumbayan, M., Kindangen, J., Sambul, A., Sompie, S., y Cross, J. (2025). Implementation of solar energy in rural communities and its contributions to the SDGs: A systematic literature review. *Cleaner Energy Systems*, 9, 100046.
<https://doi.org/10.1016/j.cles.2025.100046>
- Schumacher, E. F. (1973). *Small is beautiful*.
[https://www.daastol.com/books/Schumacher%20\(1973\)%20Small%20is%20Beautiful.pdf](https://www.daastol.com/books/Schumacher%20(1973)%20Small%20is%20Beautiful.pdf)
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2015). Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia [Informe técnico]. Repositorio UPME.
<https://bdigital.upme.gov.co/handle/001/1311>
- Vela, L. F., Sotaquirá, N. C., Sanguino, M. A., Daza, J. L., Ángel, M. D., y Venegas, N. K. (2022). *Caracterización de la localidad de Ciudad Bolívar* [Informe técnico]. Alcaldía Mayor de Bogotá.
<https://www.bomberosbogota.gov.co/sites/default/files/Documentacion/Prevencion/EscenariosRiesgo/19.%20Caracterizacion%20CIUDAD%20BOLIVAR.pdf>
- Wali, H. N., Abdulrahman, A. B., y Yusuf, M. A. (2025). Socioeconomic determinants of solar energy adoption and household characteristics in Kano metropolis. *Discover Sustainability*, 6, Article 1988. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01988-y>
- Yarime, M., Ahl, A., Tanaka, K., y Sagawa, D. (2019). Review of blockchain-based distributed energy: Implications for institutional development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 107, 200–211. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.03.002>

Anexos**Anexo A.**

Sección 1 de la encuesta: Aviso de confidencialidad de la encuesta

Sección 1 de 6

Encuesta: Percepción y disposición hacia la implementación de paneles solares en viviendas unifamiliares de la localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá D.C.

La presente encuesta se desarrolla con fines exclusivamente investigativos y académicos. No se solicitan nombres ni datos personales que permitan identificar a los participantes, garantizando así el carácter anónimo de la información recopilada.

Las respuestas obtenidas serán tratadas con estricta confidencialidad y analizadas de manera agregada, sin individualizar la identidad de los encuestados. La participación en este estudio es voluntaria y constituye un aporte valioso para el desarrollo de la investigación.

Anexo B.

Sección 2 de la encuesta: Datos generales del encuestado

Sección 2 de 6

Datos Generales ✕ ⋮

Descripción (opcional)

¿En qué rango de edad se encuentra? *

Menor de 25 años

Entre 25 y 34 años

Entre 35 y 44 años

Entre 45 y 54 años

55 años o más

¿Cuál es su nivel educativo? *

primaria o secundaria incompleta

primaria y secundaria completa

Técnico o tecnólogo

Profesional universitario

Posgrado (especialización, maestría o doctorado)

¿Usted actualmente es propietario de la vivienda en la que reside? *

Si

No

La zona de ubicación de su vivienda es: *

Urbana

Rural

Anexo C.

Sección 3 de la encuesta: Conocimiento sobre paneles solares

Sección 3 de 6

Conocimiento Sobre Paneles Solares ✕ ⋮

Descripción (opcional)

De acuerdo con la respuesta anterior responda: ¿Qué tan informado se considera sobre el funcionamiento de los paneles solares? *

- Nada informado
- Poco informado
- Medianamente informado
- Bien informado
- Muy bien informado

Anexo E.

Sección 5 de la encuesta: Barreras para la adopción de paneles solares

Sección 5 de 6

Barreras Percibidas ✕ ⋮

Descripción (opcional)

¿Qué barreras cree que impiden la adopción de paneles solares en hogares como el suyo? *
 (Puede marcar más de una opción)

- Costo inicial elevado
- Falta de información
- Falta de apoyo del gobierno
- Mantenimiento complejo
- Espacio o infraestructura insuficiente
- Todas las anteriores
- Otros:

Anexo F.

Sección 6 de la encuesta: Disposición a implementar paneles solares

Sección 6 de 6

Disposición a Implementar x ⋮

Descripción (opcional)

¿Estaría dispuesto(a) a instalar paneles solares en su vivienda? *

Sí

No

Tal vez

¿Considera que sus ingresos le permitirían invertir en un sistema de paneles solares en algún momento? *

Seleccione la opción que mejor se ajuste a su situación actual:

Sí, en el corto plazo (menos de 1 año)

Sí, en el mediano plazo (entre 1 y 3 años)

Sí, en el largo plazo (más de 3 años)

No, mis ingresos no son suficientes para realizar esa inversión

Otros: