



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, DIC-11-2024

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

CAMILA HERNANDEZ ESCOBAR, con C.C. No. 1.095.316.962

JUAN PABLO OSPINA CORTES, con C.C. No. 1.006.119.812

_____, con C.C. No. _____

_____, con C.C. No. _____

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o _____

titulado MODELO DE FINANCIACION PARA PROYECTOS DE ENERGIA
FOTOVOLTAICA EN EL MUNICIPIO DE NEIVA, HUILA
PARA EL AÑO 2024

presentado y aprobado en el año 2024 como requisito para optar al título de

ESPECIALISTA EN GESTION FINANCIERA;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

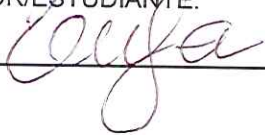
Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS			   			
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 2

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores" , los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: 

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: Juan Pablo Ospino Cortes

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS				   	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO					
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA 1 de 3

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Modelo de financiación para proyectos de energía para energía fotovoltaica en el municipio de Neiva, Huila para el año 2024

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Hernández Escobar	Camila
Ospina Cortes	Juan Pablo

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Forero Sánchez	Ferney

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Especialista en Gestión Financiera

FACULTAD: Economía y Administración De Empresas

PROGRAMA O POSGRADO: Especialización en Gestión Financiera

CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2024

NÚMERO DE PÁGINAS: 74

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas ☒ Fotografías ☐ Grabaciones en discos ☐ Ilustraciones en general ☒ Grabados ☐
 Láminas ☐ Litografías ☐ Mapas ☐ Música impresa ☐ Planos ☐ Retratos ☐ Sin ilustraciones ☐ Tablas
 o Cuadros ☒

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: Microsoft Word, Microsoft Excel

MATERIAL ANEXO:

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

Español

Inglés

1. Modelo de Financiamiento - Financing Model
2. Estrato Socioeconómico - Socioeconomic Stratum
3. Energía Renovable - Renewable Energy
4. Paneles Solares - Solar Panels
5. Consumo de Energía - Energy Consumption
6. Valor Presente Neto (VPN) - Net Present Value (NPV)
7. Tasa Interna de Retorno (TIR) - Internal rate of return (IRR)
8. Viabilidad Financiera - Financial viability
9. Incentivos Fiscales – Tax incentives
10. Energía Fotovoltaica - Photovoltaic energy

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

El Modelo de financiamiento para proyectos de energía fotovoltaica realizado en el municipio de Neiva, destaca la necesidad de diversificar la matriz energética de Colombia que actualmente depende en un 74% de la energía hidroeléctrica. El aumento en los precios de la electricidad en 2024 hace urgente explorar otras fuentes de energía. El Huila, con su alta radiación solar, representa una oportunidad clave para el desarrollo de proyectos fotovoltaicos. Sin embargo, existen barreras como el alto costo inicial, el acceso limitado al financiamiento y la incertidumbre regulatoria, que dificultan la implementación de estos proyectos.

El estudio de viabilidad realizado en Neiva muestra que el 95,2% de los encuestados considera instalar paneles solares, pero el costo inicial es un obstáculo para el 55%. Con incentivos fiscales como la deducción del 50% de la inversión y la depreciación acelerada, los proyectos se vuelven más atractivos. Para un usuario residencial de estrato 4, que consume 840 kWh mensuales y paga \$700,000, la inversión necesaria para un sistema fotovoltaico es de M\$46,9 millones.

Los resultados financieros del modelo muestran que, con o sin financiamiento, el proyecto es viable, con una tasa interna de retorno (TIR) positiva, especialmente cuando se incluyen los beneficios tributarios. Para los financiadores, el proyecto también es rentable, con un VPN positivo y una TIR del 24,33%. El trabajo resalta



la viabilidad financiera de los sistemas fotovoltaicos y su potencial para contribuir al desarrollo sostenible de Neiva, fomentando la transición energética en la región.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The financing model for photovoltaic energy projects conducted in the municipality of Neiva highlights the need to diversify Colombia's energy matrix, which currently relies 74% on hydroelectric power. The increase in electricity prices in 2024 makes it urgent to explore other energy sources. Huila, with its high solar radiation, presents a key opportunity for the development of photovoltaic projects. However, there are barriers such as the high initial cost, limited access to financing, and regulatory uncertainty that hinder the implementation of these projects.

The feasibility study conducted in Neiva shows that 95.2% of respondents are considering installing solar panels, but the initial cost is a barrier for 55%. With fiscal incentives such as a 50% investment deduction and accelerated depreciation, the projects become more attractive. For a residential user in socioeconomic stratum 4, consuming 840 kWh per month and paying \$700,000, the required investment for a photovoltaic system is approximately M\$46.9 million.

The financial results of the model show that, with or without financing, the project is viable, with a positive internal rate of return (IRR), especially when tax benefits are included. For financiers, the project is also profitable, with a positive net present value (NPV) and an IRR of 24.33%. The study highlights the financial viability of photovoltaic systems and their potential to contribute to the sustainable development of Neiva, promoting the region's energy transition.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: Alfonso Manrique Medina

Firma:

Nombre Jurado: Carlos Harvey Salamanca Falla

Firma:

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

**Modelo de Financiación Para Proyectos de Energía Fotovoltaica en el Municipio de Neiva,
Huila para el año 2024**

Camila Hernández Escobar y Juan Pablo Ospina Cortes

Director

Ferney Forero Sánchez

Universidad Surcolombiana

Facultad Economía y Administración

Especialización en Gestión Financiera

Neiva

2024

Tabla de Contenido

	Pág.
Resumen Ejecutivo	10
1. Planteamiento del Problema	12
2. Antecedentes	15
3. Justificación	19
4. Objetivos	24
4.1 Objetivo General	24
4.2 Objetivos Específicos.....	24
5. Marco de Referencia	25
5.1 Marco Legal	25
5.2 Modelo Financiero	28
5.3 Beneficios de la Adopción de Fuentes de Energía Renovables en Colombia	29
6. Diseño Metodológico.....	32
6.1 Tipo de Investigación.....	32
6.2 Variables del Modelo.....	32
6.2.1 Análisis del Recurso Solar	32
6.2.2 Análisis de la Demanda	33
6.2.3 Análisis de Subsidios y Contribuciones por Estrato	35
6.2.4 Suscriptores por Estrato	35
6.2.5 Factura Promedio por Estrato	36
6.2.6 Consumo Promedio por Estrato	38
6.2.7 Tenencia de Vivienda	39

6.2.8 Tipo de Vivienda.....	39
6.2.9 Perspectiva del Sector	39
6.3 Población.....	39
6.4 Muestra	40
6.5 Instrumento de Recolección de Datos.....	41
6.6 Análisis de Resultados	47
7. Análisis del Mercado	48
7.1 Tendencia de los Clientes	48
7.2 Barreras del Sector	48
7.2.1 Altos Costos Iniciales	48
7.2.2 Acceso Limitado al Financiamiento	49
7.2.3 Incertidumbre Regulatoria	49
7.2.4 Tipo de Vivienda.....	50
7.3 Características del Producto.....	50
7.3.1 Panel Solar	50
7.3.2 Inversor	51
7.3.3 Baterías (Opcional)	51
7.3.4 Estructura de Soporte para Paneles.....	51
7.3.5 Medidor de Energía.....	51
7.3.6 Sistema de Monitoreo	52
7.4 Tasas de Interés del Mercado Sector Residencial.....	53
8. Modelo de Financiamiento	54
8.1 Estudio Técnico Para la Elaboración del Proyecto	54

8.1.1 Consumo Energético.....	54
8.1.2 Potencia Total	55
8.1.3 Capacidad del Inversor	55
8.1.4 Área Requerida Para Instalación de Paneles Solares.....	56
8.1.5 Área Total Para los 13 Paneles	56
8.2 Estudio Financiero Para la Elaboración del Proyecto.....	57
8.2.1 Inversiones de Largo Plazo (CAPEX)	57
8.2.2 Gastos de Funcionamiento (OPEX).....	58
8.2.3 Proyección de Ingresos	58
9. Simulador del Proyecto.....	60
9.1 Modelo para el consumidor	60
9.1.1 Costos del Proyecto.....	61
9.2 Viabilidad del proyecto del consumidor	62
9.2.1 Costos antes de Implementar el Proyecto	62
9.2.2 Ahorro después de aplicar el Proyecto.....	62
9.3 Aplicación del Modelo.....	63
9.4 Aplicación del Modelo con financiamiento	63
9.5 Modelo para el Financiado.....	64
9.5.1 Cálculo de WACC	65
9.6 Viabilidad del proyecto del financiado.....	66
10. Conclusiones	67
10.1 Punto de Vista del Consumidor	68
10.1.1 Sin Beneficio Tributario:	68

10.1.2 Con Beneficio Tributario:	69
10.2 Punto de Vista del Financiadore	69
11. Referencias.....	71

Lista de Figuras

pág.

Figura 1. Fuentes de Generación de Energía en Colombia Durante el Periodo 2023	19
Figura 2. Cantidad de Clientes Atendidos por el Tipo de Consumo Durante el Periodo de 2023	21
Figura 3. Promedio Mensual de Radiación Global en Neiva.....	33
Figura 4. Porcentaje de Suscriptores por Estrato Socioeconómico Reportados al SUI a Mes de Septiembre 2024	36
Figura 5. Factura Promedio por Estrato a Corte a Mes de Julio 2024	37
Figura 6. Consumo Promedio por Estrato (Kwh) a Corte a Mes de Julio 2024	38

Lista de Tablas

pág.

Tabla 1. Beneficios de la Adopción de Fuentes de Energía Renovables en Colombia	29
Tabla 2. Tarifas Clientes Regulados Septiembre 2024	34
Tabla 3. Tasas de Interés Para Créditos de Libre Inversión.....	53
Tabla 4. Sin beneficio Tributario	68
Tabla 5. Con beneficio Tributario.....	69
Tabla 6. Punto de Vista del Financiadore	70

Lista de Gráficas

	pág.
Gráfica 1. Pregunta 1	41
Gráfica 2. Pregunta 2	42
Gráfica 3. Pregunta 3	42
Gráfica 4. Pregunta 4	43
Gráfica 5. Pregunta 5	43
Gráfica 6. Pregunta 6	44
Gráfica 7. Pregunta 7	44
Gráfica 8. Pregunta 8	45
Gráfica 9. Pregunta 9	45
Gráfica 10. Pregunta 10	46
Gráfica 11. Pregunta 11	46
Gráfica 12. Pregunta 12	47
Gráfica 13. Ingreso de Datos Generales y Premisas	60
Gráfica 14. Continuidad del Simulador	61
Gráfica 15. Continuidad del Simulador	61
Gráfica 16. Continuidad del Simulador Costo Total con Energía Solar.....	62
Gráfica 17. Continuidad del Simulador Costo Total con Energía Solar.....	62
Gráfica 18. Continuidad del Simulador Aplicación del Modelo	63
Gráfica 19. Continuidad del Simulador Aplicación de Modelo con Financiamiento.....	63
Gráfica 20. Continuidad del Simulador Aplicación del Modelo con Financiamiento 2.....	64
Gráfica 21. Ingresos Datos Generales y Premisas	64

Gráfica 22. Escenario Fuentes del Costo de la Deuda y del Patrimonio	65
Gráfica 23. Escenario del WACC.....	65
Gráfica 24. Simulador Para el Financiadore.....	66

Resumen Ejecutivo

Colombia depende en gran medida del agua para la generación de energía, debido a que el 74% de su matriz energética se basa en fuentes hídricas. Además, en abril de 2024, el precio promedio ponderado de la electricidad experimentó un aumento del 22,68%. Ante este panorama, el Huila presenta una oportunidad estratégica para diversificar la matriz energética nacional, aprovechando su alta radiación solar de más de 4,5 kWh/m² por día, lo que favorece el desarrollo de proyectos fotovoltaicos.

Las inversiones en fuentes no convencionales de energía (FNCE) en el país se benefician los proyectos de energía renovable, cómo: la deducción de hasta el 50% de la inversión (Decreto 2143 de 2015), la depreciación acelerada de hasta el 20% anual (Ley 1715 de 2014), y la exclusión del IVA en la compra de equipos, elementos y maquinaria.

El estudio de viabilidad para la implementación de sistemas fotovoltaicos en Neiva, realizado del 03 al 15 de noviembre, muestra que el 83% de los encuestados tiene un consumo de entre 200 y 400 kWh, y el 78% paga entre \$200,000 y \$500,000 mensuales por su consumo. Aunque el 95,2% ha considerado instalar paneles solares, el principal obstáculo es el alto costo inicial, señalado por el 55% de los encuestados.

Desde la perspectiva del consumidor, se evaluó un caso de un usuario residencial de estrato 4, con un consumo mensual de 840 kWh y un costo de electricidad de aproximadamente de \$700,000. Para este usuario, la inversión necesaria para instalar un sistema fotovoltaico es de aproximadamente \$46.9 millones, se realizan dos escenarios con beneficios tributarios y sin beneficios tributarios, también según la necesidad de financiamiento con una tasa de financiamiento del 50%. El proyecto es financieramente viable, con una VPN positiva y una TIR del 9.8%, superior al 20,6% sin financiamiento y al 17,4% con financiamiento. Además, los

beneficios tributarios aumentan la rentabilidad, con una TIR del 38,1% sin financiamiento y del 29,0% con financiamiento.

Desde la perspectiva del financiador, el proyecto también es viable, con una VPN positivo y una TIR del 13,79%, superior al 24,33% , Sin embargo, se debe tener en cuenta en que tan atractivo es el tiempo en que el financiador desea recuperar el retorno de la inversión

Este estudio subraya la importancia de los sistemas fotovoltaicos como una solución clave para la transición energética en Neiva, implementando un modelo de financiamiento desde ambas perspectivas que permitan generar el desarrollo económico y de sostenibilidad ambiental en la región.

Palabras clave: modelo de financiamiento, estrato socioeconómico, energía renovable, paneles solares, consumo de energía

1. Planteamiento del Problema

Colombia presenta un alto nivel de dependencia hídrica para la generación de energía. Al cierre de 2023, cerca del 74% de la electricidad del país provenía de fuentes hídricas, mientras que la generación a partir de combustibles fósiles aportó un 23,1%. (EMIS, 2024) Esta dependencia no solo plantea desafíos en términos de sostenibilidad ambiental, sino que también genera vulnerabilidades ante fenómenos climáticos, como el fenómeno de El Niño. Este fenómeno provoca un incremento en las temperaturas y repercute en la disminución de las reservas hídricas, afectando la capacidad de generación eléctrica. Como consecuencia, la escasez de agua puede llevar a un aumento en los costos de producción de energía, repercutiendo directamente en los precios al consumidor. Esto crea una carga económica adicional para las familias y empresas, afectando su poder adquisitivo y generando presiones inflacionarias en la economía nacional.

Además, de acuerdo con las cifras de XM, operador del Sistema Interconectado y administrador del Mercado de Energía Mayorista en Colombia, la demanda comercial se ha incrementado desde 2020, (EMIS, 2024) Principalmente por el crecimiento de las actividades productivas y el consumo de los hogares, intensificando la presión sobre un sistema ya vulnerable. En este contexto, durante abril de 2024, el precio promedio ponderado de la bolsa experimentó un incremento del 22,68%, alcanzando 763.48 COP/kWh, en comparación con los 622.31 COP/kWh del mes anterior (Portal XM, 2024) Este precio se determina según las dinámicas del mercado, específicamente la oferta de energía presentada por los generadores en una subasta administrada por XM, y está estrechamente relacionado con la disponibilidad de recursos hídricos y las fuentes de generación.

La dependencia de fuentes de energía convencionales representa un riesgo que debe ser mitigado mediante la adopción de prácticas de generación alternativas. El Huila cuenta con ventajas significativas que pueden contribuir a diversificar la matriz energética del país. Su ubicación geográfica, combinada con una radiación solar superior a 4,5 kWh/m² por día (IDEAM, 2017) ofrece una oportunidad notable para el desarrollo de proyectos de energía fotovoltaica. Esta potencialidad no solo puede ayudar a reducir la vulnerabilidad del sistema energético, sino que también promovería un modelo de desarrollo sostenible en la región.

Sin embargo, la implementación de sistemas solares fotovoltaicos representa una inversión elevada debido al alto costo de los equipos, la instalación y el mantenimiento. Estos gastos iniciales pueden ser un obstáculo significativo para muchas empresas y familias que desean aprovechar la energía solar. Además, la falta de financiamiento accesible y opciones de crédito flexibles limita aún más la capacidad de los interesados para realizar estas inversiones. Sin un respaldo financiero adecuado, los potenciales beneficiarios pueden verse desalentados a adoptar tecnologías limpias, a pesar de los beneficios a largo plazo, como la reducción de costos energéticos y la disminución de la huella de carbono.

La ausencia de modelos financieros adaptados a las características socioeconómicas de la región se ha convertido en un obstáculo para la implementación de estos proyectos, limitando el potencial de la región para contribuir a los objetivos nacionales de transición energética y mitigación del cambio climático. Por lo tanto, el presente trabajo de investigación busca abordar esta brecha, proponiendo un modelo de financiamiento que facilite la materialización de proyectos de energía solar en Neiva, impulsando así el desarrollo económico y ambiental de la región.

Pregunta Problema: ¿Cuáles son las principales barreras financieras que impiden la implementación de proyectos de energía solar en Neiva, y cómo se puede superar para fomentar el desarrollo sostenible en la región?

2. Antecedentes

La financiación de proyectos amigables con el medio ambiente es un pilar fundamental para el desarrollo económico y social en Colombia. Este contexto ha sido moldeado por diversos factores, incluyendo cambios en la política económica, la regulación financiera y la evolución del sistema financiero. Según el (Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2024) los instrumentos utilizados y ejemplos representativos en Colombia son:

- **Bonos Verdes:** Son instrumentos financieros¹ diseñados para financiar proyectos que tienen un impacto ambiental positivo. Se utilizan principalmente para apoyar iniciativas relacionadas con la sostenibilidad y la protección del medio ambiente

Los Bonos Verdes son emitidos por el gobierno, corporaciones o instituciones financieras para recaudar fondos específicamente destinados a proyectos de energía renovable y sostenible.

Un ejemplo de Bonos Verdes es la empresa Celsia Colombia, es la primera empresa en el sector real ² en Colombia en utilizar ese instrumento financiero de renta fija. Actualmente, el proyecto “Celsia Solar Bolívar” ubicado en el municipio de Santa Rosa de Lima, Bolívar emitido a través de Bonos Verdes para proyectos verdes, tiene una capacidad instalada de 8,06 Mw con una generación media de 15,5 GWh/año. Se espera que evite la emisión de 170.000 toneladas de CO2 en 30 años, que equivale al CO2 que capturan 30 millones de árboles en el mismo periodo de tiempo o a reforestar 25.000 hectáreas.

- **Canje de deuda por naturaleza:** Es un instrumento financiero en el que un país, acuerda reducir o reestructurar parte de su deuda externa a cambio de comprometerse a invertir en la conservación del medio ambiente. En lugar de pagar su deuda en efectivo, el país deudor

¹ Los instrumentos financieros es un contrato que da lugar, simultáneamente, a un activo financiero para una empresa y a un pasivo financiero o instrumento de capital en otra empresa (NIC 32.11)

² Conjunto de actividades productivas que generan bienes y servicios tangibles. Excluyen al sector financiero

destina recursos equivalentes a la deuda cancelada para financiar proyectos de preservación del medio ambiente.

Entre los primeros canjes, están entre Canadá y Estados Unidos, donde firmaron un acuerdo de alivio de la deuda por USD 322 millones en la década de los noventa. En el 2004, se realizó otro canje por valor de USD 10 millones con Estados Unidos, donde hubo mayor incidencia de la ONG de Estados Unidos, ya que Colombia debía dar reportes al Departamento del Tesoro y ONG de Estados Unidos.

- **Financiamiento Combinado:** Mayor conocido como “Blended Finance” es un instrumento financiero que combina recursos públicos con capital privado para financiar proyectos que generan un impacto positivo social, ambiental o económico.

El objetivo es atraer inversión privada hacia sectores o iniciativas que normalmente se consideran de alto riesgo o que no son suficientemente rentables por sí mismos. Este instrumento, busca minimizar el riesgo de los inversionistas de invertir en proyectos de objetivos ambientales. Debe cumplir con ciertas características, los inversionistas buscan rendimiento financiero a tasa de mercado, se espera que la transacción genere un rendimiento positivo y debe existir participación de recursos públicos.

Un ejemplo de Financiamiento Combinado es la empresa Celsia Colombia, el proyecto “Celsia Solar Yumbo” es la primera granja fotovoltaica de Colombia, ubicado en el municipio de Yumbo, Valle del Cauca. Tiene una capacidad instalada de 9,8 Mw con una generación media de 16,5 GWh/año. Se espera que evite la emisión de 181.000 toneladas de CO₂ en 30 años, que equivale al CO₂ que capturan 30 millones de árboles en el mismo periodo de tiempo o a reforestar 27.000 hectárea, han sido impulsados por una combinación de financiamiento público y privado para alcanzar sus metas de sostenibilidad.

- **Financiamiento Privado:** El financiamiento privado se refiere a los recursos económicos que una empresa o individuo obtiene de entidades o individuos no gubernamentales. Este modelo se distingue por su ausencia de participación estatal en la provisión de fondos, lo que significa que la financiación proviene exclusivamente de fuentes privadas.

Una de las características más notables del financiamiento privado es que, aunque el Estado no interviene directamente en el proceso de financiamiento, sí puede ofrecer incentivos tributarios. Estos incentivos están diseñados para fomentar la inversión privada, permitiendo que las empresas o individuos obtengan beneficios fiscales a cambio.

Este tipo de financiamiento es crucial para estimular el crecimiento económico, ya que permite a las empresas acceder al capital necesario para la expansión, innovación y mejora de su infraestructura. A su vez, los inversionistas privados esperan un retorno de su inversión, lo que crea un ambiente competitivo que puede resultar en la generación de nuevos empleos y en el impulso.

Por ejemplo, **Los Créditos Bancarios y Financieros:** Actualmente, existen las líneas de financiamiento verde, muchos bancos en Colombia ofrecen créditos destinados específicamente a proyectos de energía renovable. Instituciones como Bancolombia, Davivienda, Banco de Bogotá, entre otros. Han desarrollado productos financieros adaptados a estas iniciativas.

Fondos de Capital Privado: Algunos de estos fondos están enfocados en energías limpias y ofrecen capital a cambio de participación en los ingresos futuros del proyecto.

Inversión de Impacto: Inversores que buscan generar un impacto social y ambiental positivo pueden estar interesados en financiar proyectos de energía solar. En Colombia, hay iniciativas que conectan a emprendedores con este tipo de financiamiento.

Acuerdos de Compra de Energía (PPA); Aunque parcialmente se asocian a empresas más grandes, los PPA se están convirtiendo en una opción viable para proyectos en el sector privado. Las empresas pueden firmar contratos a largo plazo para comprar la energía generada, lo que garantiza ingresos para los desarrolladores del proyecto.

Modelos de arrendamiento: Arrendamiento Financiero, a través de contratos de leasing, donde la empresa paga por el uso de los equipos sin necesidad de realizar una gran inversión inicial; Arrendamiento Operativo: Similar al arrendamiento, pero el arrendador se encarga de la operación y mantenimiento de los equipos.

Crowdfunding y Plataformas de Financiamiento Colectivo: Plataformas de Crowdfunding en Colombia permiten a los ciudadanos invertir en proyectos de energía renovable. Este modelo ha ganado popularidad como forma de involucrar a la comunidad en el desarrollo sostenible.

Titulación de Activos: Este modelo implica la creación de instrumentos financieros respaldados por los ingresos futuros generados por la venta de energía. Puede ser un mecanismo atractivo para atraer inversores.

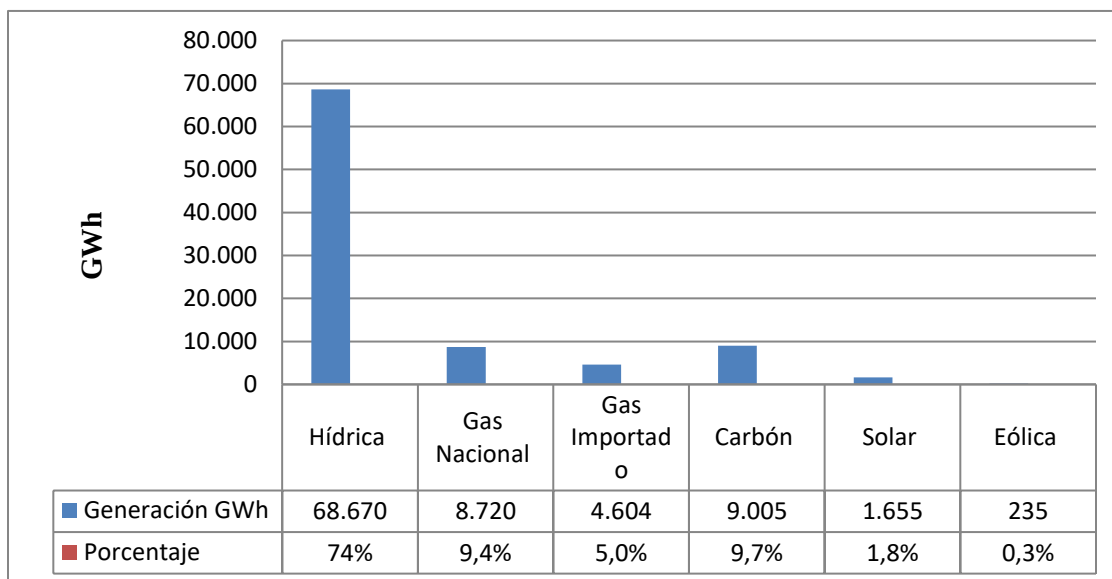
Consortios y Alianzas Estratégicas: Formar consorcios con otras empresas o instituciones puede facilitar la obtención de financiamiento y compartir riesgos en el desarrollo de proyectos más grandes.

3. Justificación

El sector energético es un factor clave en el desarrollo económico y social de cualquier nación. En Colombia, la generación de energía se compone principalmente de fuentes hídricas, que aportan un total de 68,670 GWh, seguidas por fuentes térmicas con 22,910 GWh, de las cuales se incluyen combustibles como el gas nacional (8,720 GWh), gas importado (4,604 GWh) y carbón (9,005 GWh). Además, las energías renovables como la solar (1,655 GWh) y la eólica (235 GWh) representan un porcentaje mínimo (ObservadoresCol Data y Analytics, 2024) Esta estructura revela una marcada dependencia de recursos convencionales, lo que plantea desafíos significativos para la estabilidad y el crecimiento económico del país.

Figura 1

Fuentes de Generación de Energía en Colombia Durante el Periodo 2023



Nota: La figura muestra las fuentes de generación de energía en Colombia durante el periodo de 2023. Fuente: (ObservadoresCol Data y Analytics, 2024). Elaboración propia.

La dependencia de fuentes de energía convencionales limita el acceso a recursos energéticos sostenibles y expone la economía colombiana a la volatilidad de los precios, un fenómeno que se ve exacerbado por factores climáticos como el fenómeno del Niño. Esta inestabilidad en el suministro energético impacta tanto a la industria como a los hogares, generando efectos negativos en la calidad de vida de la población y en el aumento de los costos de las facturas de energía.

La volatilidad de los precios de la energía es una realidad que afecta a todos los usuarios de este servicio. Desde el año 2022 hasta enero de 2024, se han registrado incrementos significativos en el valor del kWh en diversos departamentos del país, según datos de observadores Colombia. Estos aumentos no solo repercuten en el presupuesto de los hogares, sino que también generan incertidumbre económica en el sector productivo.

En el caso del departamento del Huila, a pesar de contar con dos represas, los costos del kWh son elevados. De manera inesperada, las tarifas en Huila son más bajas que las de otros departamentos, como Nariño, Cartago, Bolívar y Atlántico, que presentan los costos más altos, siendo el departamento del Atlántico el que tiene la tarifa más elevada. Por ejemplo, en 2022, el costo del kWh en Huila era de 810 pesos, y a inicios de 2024 alcanzó los 969 pesos, lo que representa un incremento cercano al 20%. En comparación, el departamento del Atlántico tenía un precio de 990 pesos en 2022 y experimentó un aumento del 18% a principios de 2024, llegando a 1,166 pesos. Esta situación evidencia una preocupante tendencia al alza en los precios energéticos (ObservadoresCol Data y Analytics, 2024).

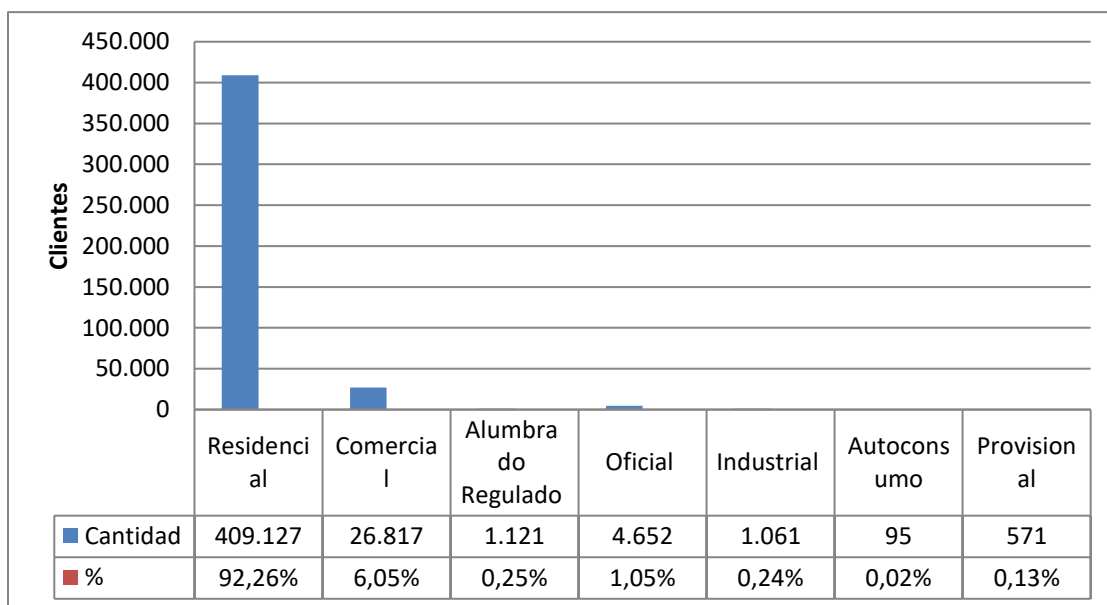
Este contexto subraya la necesidad urgente de abordar la sostenibilidad energética en Colombia y de buscar soluciones que permitan estabilizar y reducir los costos de la energía, garantizando así un acceso más equitativo y sostenible. En este sentido, el uso de la energía solar

se presenta como una alternativa viable. Según el (Departamento Nacional de Planeación, 2023) “El PND permite que las comunidades puedan constituir Comunidades Energéticas con el fin de generar, comercializar y/o utilizar eficientemente la energía a través del uso de fuentes no convencionales de energía renovables -FNCER-, combustibles renovables y recursos energéticos distribuidos”. Esto nos indica que no solo se promueve el uso de las fuentes no renovables, sino que se le permite a la comunidad a participar activamente en la producción y consumo de energía.

En la actualidad, ElectroHuila es la empresa responsable de la prestación del servicio de energía en el departamento, atendiendo a un total de 443,444 clientes, distribuidos según el tipo de servicio y con una cobertura del servicio urbano y rural del 99,77% y 91,52% respectivamente (ElectroHuila, 2023)

Figura 2

Cantidad de Clientes Atendidos por el Tipo de Consumo Durante el Periodo de 2023



Nota: La figura muestra la cantidad de clientes atendidos por la entidad ElectroHuila según el tipo de consumo durante el periodo de 2023. Fuente: (ElectroHuila, 2023) Elaboración propia.

De acuerdo con las cifras proporcionadas por ElectroHuila, los ingresos generados por el consumo de energía se distribuyen de la siguiente manera:

1. Residencial: Con ingresos aproximados de \$136.075.320 millones, este sector representa la mayor parte de los ingresos de la empresa, sugiriendo que la demanda de energía en los hogares es significativamente alta.

2. Comercial: Con ingresos de \$101.329.690 millones, el sector comercial también contribuye de manera considerable a las finanzas de ElectroHuila

3. Industrial: con ingresos de \$24.501.507 millones (ElectroHuila, 2023)

Al analizar los ingresos generados en relación con la cantidad de clientes atendidos, se concluye que tanto el sector comercial como el industrial presentan un porcentaje menor de participación en el total de clientes. Sin embargo, es importante destacar que, a pesar de su menor número de usuarios, los ingresos que generan son proporcionalmente más altos. Esto indica que los clientes en estos sectores consumen más energía en comparación con el sector residencial y que su costo es mayor.

En base a lo expuesto, este trabajo tiene como objetivo la creación de un modelo de financiación que facilite la implementación de proyectos de energía fotovoltaica En el municipio de Neiva contribuyendo al desarrollo sostenible y al crecimiento económico de la región. Para ello, se analizarán las características específicas del mercado, las barreras financieras actuales, las fuentes de financiamiento y el nivel de riesgo y oportunidad existente.

El desarrollo de este modelo no solo tendrá implicaciones locales, sino que también podrá servir como referencia para otras regiones de Colombia con características y criterios similares,

ofreciendo una solución escalable y replicable en el contexto nacional. Se propondrá un modelo que contemple las necesidades y capacidades de los diferentes actores involucrados, partiendo del consumidor residencial y la empresa que financie el proyecto.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

Desarrollar un modelo de financiamiento para proyectos de sistemas de energía fotovoltaica en el municipio de Neiva-Huila 2024

4.2 Objetivos Específicos

Identificar los principales candidatos y oportunidades que puedan ser incluidos en un modelo de financiamiento para proyectos de energía fotovoltaica en Neiva.

Determinar la viabilidad y barreras en la Implementación de Sistemas Fotovoltaicos en el Municipio de Neiva.

Diseñar un modelo financiero específico para el financiador en proyectos de energía fotovoltaica que contemple la viabilidad técnica, económica y social

5. Marco de Referencia

En el Huila, la percepción de la energía solar es generalmente positiva, impulsada por su potencial y por la creciente conciencia ambiental y el apoyo de la comunidad. Esto se refleja en la transición hacia estos sistemas de generación de energía, como lo demuestra el proyecto Ecoparque de Autogeneración de Energía Solar Brisas, ubicado en el municipio de Aipe.

5.1 Marco Legal

En el 2023, el Ministerio de Minas y Energía se comprometió con la Mesa de Transición Energética de departamento del Huila, a revisar temas mineros como el del fósforo y la cal, también de todas las riquezas que tiene la región, los cuales vienen liderando temas de paneles solares de transición energética (Vélez, 2023)

También se ha identificado, el fuerte crecimiento en educación y capacitación sobre energías renovables, las cuales continúan en desarrollo. Actualmente, la Universidad Sur colombiana realiza investigaciones y capacitaciones en educación de energía renovable y de sostenibilidad en la región y sus comunidades.

En la Universidad Surcolombiana existe la Unidad de Gestión Ambiental “la Unidad de Gestión Ambiental trabaja por la educación ambiental, la minimización de los impactos ambientales significativos, y el mejoramiento continuo de nuestros procesos y procedimientos articulándolo el deber ser de la Institución la proyección social, la formación y la Investigación” (Universidad Surcolombiana)

A nivel demográfico y ambiental, el Huila, su área geográfica es del 61,0% de la población está en zona urbana y el 39,0% este disperso en zonas rurales. El total de la población del Huila es de ~1,100,386 (DANE, 2023). También, es importante especificar que la ubicación geográfica es favorecida por su gran disponibilidad del recurso solar por encima de la media

(IDEAM, 2017). Sin embargo, también es importante destacar que su concentración es principalmente al norte del Huila, ya que las zonas con promedios más bajos son al sur del Huila

Es importante mencionar que la Ley 143 de 1994, “Por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética”

La resolución CREG 030 del 2018, en el cual se regula la conexión de proyectos de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional (SIN), en donde se especifica la venta a la red nacional en caso de excedente de kWh, esquema de medición consumo mínimo, autogeneración entre otras.

La Ley 1715 de 2014 “tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las Fuentes No Convencionales de Energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las Zonas No Interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético”

Esta ley promueve los incentivos y regula los procedimientos para acceder a los mismos, lo cual, busca incentivar la inversión, investigación y el desarrollo de energía de fuentes no convencionales, como exclusión del IVA a los equipos y servicios nacionales o importados destinados a proyectos Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE, entre otros incentivos.

En el “Decreto 2143 de 2015” del Ministerio de Hacienda y Crédito Público, el artículo 2.2.3.8.2.1 establece una “deducción especial en la determinación del impuesto sobre la renta”. Los contribuyentes que realicen nuevas inversiones en investigación, desarrollo y producción de

energía a partir de Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) o en la gestión eficiente de la energía, podrán deducir hasta el 50% del valor de sus inversiones, de acuerdo con los lineamientos de otros artículos y en concordancia con los porcentajes establecidos en el artículo 11 de la Ley 1715 de 2014.

En el artículo 2.2.3.8.5.1 detalla los “requisitos generales para acceder al incentivo de depreciación acelerada de activos”. Los generadores de energía provenientes de FNCE que realicen nuevas inversiones en maquinaria, equipos y obras civiles, adquiridos o construidos después de la promulgación de la Ley 1715 de 2014, podrán beneficiarse de una depreciación fiscal acelerada de hasta el 20% anual. El beneficiario de este incentivo deberá fijar una tasa de depreciación uniforme para cada año gravable, la cual podrá ser modificada siempre que se notifique a la Dirección Seccional de Impuestos correspondiente, antes de presentar la declaración del impuesto sobre la renta del año en que se realice. el cambio.

Finalmente, el artículo 2.2.3.8.5.1 establece que la compra de equipos, elementos y maquinaria, tanto nacional como importada, así como la adquisición de servicios relacionados con nuevas inversiones y pre-inversiones en la producción y utilización de energía a partir de FNCE, estarán excluidas del IVA. Esto también incluye servicios destinados a medir y evaluar los recursos potenciales, de acuerdo con la certificación emitida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, que se basará en un listado elaborado por la UPME y sus actualizaciones. Estos puntos destacan los beneficios tributarios que pueden obtener tanto personas como organizaciones al adoptar energías renovables, específicamente la energía solar.

“La exclusión de IVA aplica a los equipos, elementos, maquinaria y servicios nacionales o importados que se destinen a la pre-inversión e inversión, para la producción y utilización de energía a partir de las FNCE. (Art. 1.3.1.12.21 del Decreto 1625 de 2020)”

El Costo de instalación de los paneles solares varían dependiendo si es Comercial, Residencial o industrial, pero en general los costos de instalación suelen ser altos (Arenales, 2023). Un sistema básico de 4 paneles es superior a los 18 Millones de pesos (Cop) también depende si el sistema es On Grid u Off Grid. Aunque actualmente, los bancos han creado líneas de financiamiento verde tanto en Bancolombia, Banco Popular, Davivienda y BBVA, las cuales buscan financiar e incentivar el desarrollo de proyectos en energía renovable, hay beneficios en tasas preferenciales y beneficios tributarios como exclusión de IVA y disminución en renta. Cabe aclarar, que estos beneficios están enfocados principalmente a las pymes y deben cumplir con ciertos requisitos en sus ingresos, por lo cual, sigue siendo bastante limitado al mercado su financiación

Colombia actualmente tiene acceso gracias a los tratados de libres comercios en la importación de tecnología de Países como China y Alemania. Actualmente Colombia y China tienen acuerdos bilaterales como el Acuerdo Comercial que regula la creación de una Comisión para la Protección y Promoción (Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia, 2023)

A nivel económico, Colombia le apuesta a la energía renovable y sigue aumentando a nivel latinoamericano su producción en energía renovable para el 2020 ocupaba el 6to lugar a nivel de América latina con mayores avances en la transición energética. Actualmente, se ocupa el 3er lugar en Latinoamérica, aumentando su capacidad instalada en un 65,93% (Banco Desarrollo Territorial, 2023)

5.2 Modelo Financiero

Un modelo financiero es una representación matemática que refleja las relaciones financieras y operativas de una empresa, proyecto o inversión. Su propósito es ayudar a analizar, planificar y tomar decisiones estratégicas con base en proyecciones y escenarios futuros

Un modelo financiero es una herramienta que se utiliza cuando no se tiene certeza del futuro a la hora de tomar una decisión, estos son desarrollados para propósitos definidos y dependen del tipo de empresa, sus variables y supuestos (GONZÁLEZ, 2020)

Es crucial definir los tipos de modelos, pues todos los modelos están diseñados para cumplir un propósito específico, alineado con las necesidades del negocio, la audiencia y los objetivos estratégicos. Esta clasificación permite seleccionar la herramienta adecuada para resolver problemas financieros concretos o tomar decisiones informadas (Capital, 2024):

- 1. Modelos de Valoración (DCF)
- 2. Modelos de Pronostico
- 3. Modelos de Presupuestación
- 4. Modelos de Análisis de Sensibilidad
- 5. Modelos de Evaluación del Riesgo
- 6. Modelos de Estructura de Capital

Estos modelos son los más utilizados en áreas como la valoración de empresas, planificación financiera, análisis de inversiones y financiamiento estructurado para proyectos. Dependiendo del propósito, existen distintos tipos de modelos cómo el modelo de financiamiento de proyectos que son especialmente utilizados para para sectores de energía.

5.3 Beneficios de la Adopción de Fuentes de Energía Renovables en Colombia

Tabla 1

Beneficios de la Adopción de Fuentes de Energía Renovables en Colombia

Económicos	En Colombia, las instalaciones de energía renovable, como los paneles solares y las turbinas eólicas, tienen una vida útil aproximada de 20 a 25 años. La productividad puede llegar al 100% en condiciones ideales, pero
------------	---

	la eficiencia real puede variar según la ubicación y las condiciones climáticas (Escuela Superior de Administración Pública, 2022) Creación de empleo directo, que incluye a trabajadores de la construcción, desarrolladores, fabricantes de equipos, diseñadores, instaladores y profesionales financieros (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018).
Sociales	La adopción de energías renovables contribuye a reducir la dependencia de la energía hidráulica, que ha mostrado vulnerabilidad ante fenómenos como El Niño (secretaria de medio ambiente y recursos naturales México, 2018) (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018). Además, La capacidad de proporcionar energía eléctrica a comunidades aisladas, lo que favorece el desarrollo y progreso de estas áreas (Departamento Nacional de Planeación, 2016).
Ambientales	Una de las principales ventajas de la energía fotovoltaica es su prácticamente nula emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y otros contaminantes, lo que contribuye a mitigar el cambio climático (Escuela Superior de Administración Pública, 2022). Además, su uso puede ayudar a reducir enfermedades asociadas a la contaminación ambiental y su implementación disminuye la dependencia de industrias extractivas, ya que reduce la utilización de combustibles fósiles (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018).

Nota: En la tabla se presentan los beneficios de la adopción de fuentes renovables en Colombia.

Fuente: (Escuela Superior de Administración Pública, 2022)

6. Diseño Metodológico

6.1 Tipo de Investigación

La investigación se enmarca en un enfoque mixto, combinando técnicas cuantitativas y cualitativas. Esto permite una comprensión integral de los factores socioeconómicos, psicológicos y técnicos que influyen en la adopción de sistemas fotovoltaicos en Neiva, y la segmentación de los usuarios según su capacidad de consumo y disposición hacia el uso de la energía solar.

El diseño será exploratorio-descriptivo, permitiendo describir los patrones de consumo y las barreras para la adopción de sistemas fotovoltaicos, así como la descripción de los aspectos básicos que componen la instalación solar en función del sector residencial.

6.2 Variables del Modelo

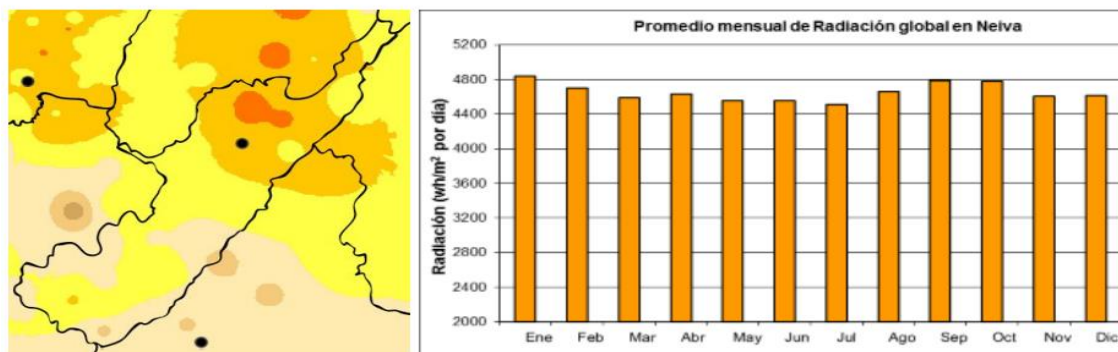
Las variables bajo esta metodología son las siguientes:

6.2.1 Análisis del Recurso Solar

Para esta información se requiere contar con la radiación solar y temperatura del municipio de Neiva.

Figura 3

Promedio Mensual de Radiación Global en Neiva



Nota: La figura muestra el promedio mensual de radiación solar en Neiva en el año 2017.

Fuente: (IDEAM , 2017)

En relación con la radiación solar en el departamento del Huila, particularmente en su capital, Neiva, según el Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia, el promedio anual de radiación solar se encuentra entre 4.5 y 5.0 kWh/m². Durante este periodo, los meses de marzo, mayo, junio, julio, noviembre y diciembre presentan los valores más bajos de radiación, mientras que los demás meses del año muestran los niveles más altos. Esta variabilidad se debe a factores climáticos y geográficos que afectan la intensidad de la radiación en diferentes épocas del año.

6.2.2 Análisis de la Demanda

Es fundamental considerar el consumo de energía por vivienda para poder cuantificar la cantidad de energía necesaria que satisfaga las necesidades del hogar. En este contexto, se

realizará un análisis detallado de la demanda del sector residencial al que se aplicará la metodología.

Tabla 2

Tarifas Clientes Regulados Septiembre 2024

SERVICIO RESIDENCIAL ⁽¹⁾ FACTURACION MENSUAL ⁽²⁾					
	PROPIEDAD REDES NIVEL 1	(Inferior a 1 kV)			NIVEL 2
		ELECTROHUILA	COMPARTIDA	USUARIO	(≥ 1 kV y < 30 kV)
ESTRATO	RANGO DE CONSUMO				
BAJO- BAJO (Estrato 1)	0-CS	411,5233	396,2029	392,0920	355,0722
	>CS	992,8057	949,2789	945,2960	849,1037
BAJO (Estrato 2)	0-CS	514,4041	495,2536	490,1151	443,8403
	>CS	992,8057	949,2789	945,2960	849,1037
MEDIO - BAJO (Estrato 3)	0-CS	843,8849	806,8871	803,5016	721,7381
	>CS	992,8057	949,2789	945,2960	849,1037
MEDIO (Estrato 4)	TODOS	992,8057	949,2789	945,2960	849,1037
MEDIO - ALTO (Estrato 5) Y ALTO (Estrato 6)	TODOS	1.191,3669	1.139,1347	1.134,3552	1.018,9244
AREAS COMUNES CON CONTRIBUCIÓN	TODOS	1.191,3669	1.139,1347	1.134,3552	1.018,9244
AREAS COMUNES SIN CONTRIBUCIÓN	TODOS	992,8057	949,2789	945,2960	849,1037

Nota: La figura muestra las tarifas de clientes regulados de los diferentes estratos socioeconómicos en septiembre 2024. Fuente: (ELECTROHUILA, 2024)

Para el cobro del servicio de energía eléctrica en la ciudad de Neiva, cada vivienda debe contar con un contador monofásico o trifásico, que registra el consumo de energía en kilovatios hora (kWh). Este consumo es facturado según el estrato socioeconómico de cada sector, aplicando tarifas específicas para cada uno (Véase la figura 4).

En el caso de los habitantes de los estratos 1, 2 y 3, si su consumo excede los 173 vatios, que corresponde al consumo mínimo de subsistencia, se les aplica una tarifa de COP 992,80 por kWh, según lo establecido por la Electrificadora del Huila. Esto implica que, al implementar un sistema fotovoltaico aislado, la recuperación de la inversión para estos usuarios se vería reflejada a largo plazo, debido a los subsidios que reciben por parte del gobierno.

Por otro lado, los residentes de los estratos 4, 5 y 6 no cuentan con subsidios, pero podrían obtener beneficios del sistema solar fotovoltaico en un plazo más corto. Esto se debe a

que, al pagar tarifas más altas por su consumo eléctrico, la inversión en energía solar sería más rentable a mediano plazo.

6.2.3 Análisis de Subsidios y Contribuciones por Estrato

Según la comisión de regulación de energía y gas (CREG), con el objetivo de facilitar el acceso al servicio eléctrico para los usuarios de menores ingresos, establece en el Concepto 44 de 2016 que una parte del consumo debe ser subsidiada. Este subsidio se aplica sobre una cantidad de kilovatios denominada Consumo Básico, que varía según la altitud: para las zonas situadas por encima de los 1,000 metros sobre el nivel del mar, el Consumo Básico es de 130 kWh, mientras que, para las áreas por debajo de esa altitud, es de 173 kWh. En cuanto a los estratos socioeconómicos, el subsidio es hasta del 60% para el estrato 1, hasta del 50% para el estrato 2 y 15% para el estrato 3. Los usuarios del estrato 4 no reciben subsidios, pero tampoco deben pagar contribuciones. Por su parte, los usuarios de los estratos 5 y 6, así como los usuarios comerciales, deben contribuir con un 20% del Costo Unitario (CU). (CREG, 2016).

6.2.4 Suscriptores por Estrato

A continuación, se presentan los datos y porcentajes correspondientes al número de suscriptores por estrato en el municipio de Neiva, con corte al mes de septiembre de 2024, de acuerdo con la información obtenida del Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios (SUI), para la empresa Electrificadora del Huila S.A. E.S.P.

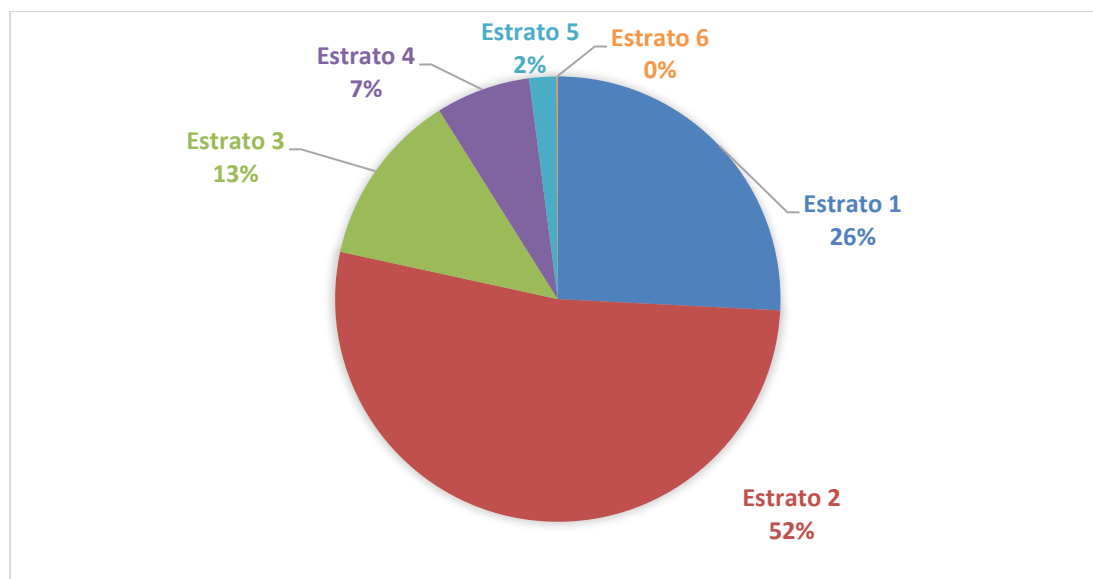
1. Estrato 1: 34,168 suscriptores
2. Estrato 2: 69,636 suscriptores
3. Estrato 3: 16,751 suscriptores
4. Estrato 4: 9,098 suscriptores
5. Estrato 5: 2,623 suscriptores

6. Estrato 6: 110 suscriptores

El total de suscriptores es de 132,386. Estos datos están representados en la gráfica que ilustra la distribución porcentual de los suscriptores por cada estrato a corte de septiembre de 2024.

Figura 4

Porcentaje de Suscriptores por Estrato Socioeconómico Reportados al SUI a Mes de Septiembre 2024



Nota: La figura presenta el porcentaje que corresponde a cada estrato socioeconómico del municipio de Neiva suscritos a Electrohuila según el SIU. Fuente: (SISTEMA ÚNICO DE INFORMACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS, 2024). Elaboración propia.

6.2.5 Factura Promedio por Estrato

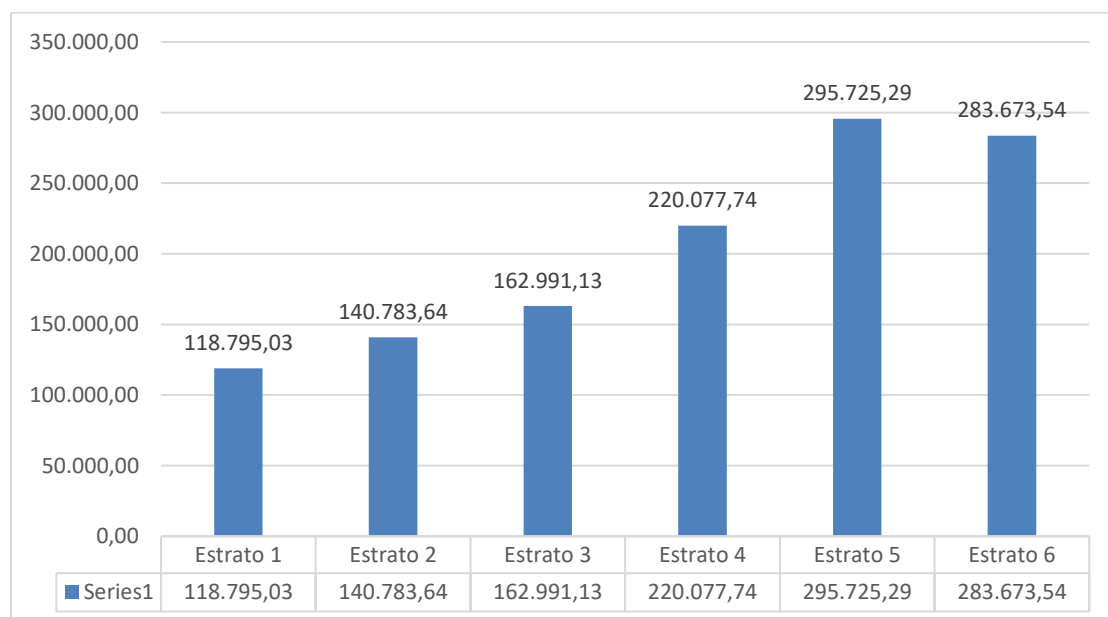
Según el Sistema Único de Información (SUI), y con base en el último reporte actualizado correspondiente al año 2024 (con corte en el mes de julio), se presenta una

discriminación del valor de la factura promedio por estrato, el cual se calcula en función del valor total del consumo y el número de suscriptores en cada estrato.

1. Estrato 1: \$118,795.03
2. Estrato 2: \$140,783.64
3. Estrato 3: \$162,991.13
4. Estrato 4: \$220,077.74
5. Estrato 5: \$295,725.29
6. Estrato 6: \$283,673.54

Figura 5

Factura Promedio por Estrato a Corte a Mes de Julio 2024



Fuente: Elaboración propia a partir de (SIU , 2024)

Es importante destacar que este valor puede variar significativamente entre los distintos estratos, dado que los estratos 1, 2 y 3 reciben subsidios que reducen el costo de la factura, mientras que los estratos 4, 5 y 6 no cuentan con subsidios y, por lo tanto, enfrentan tarifas más

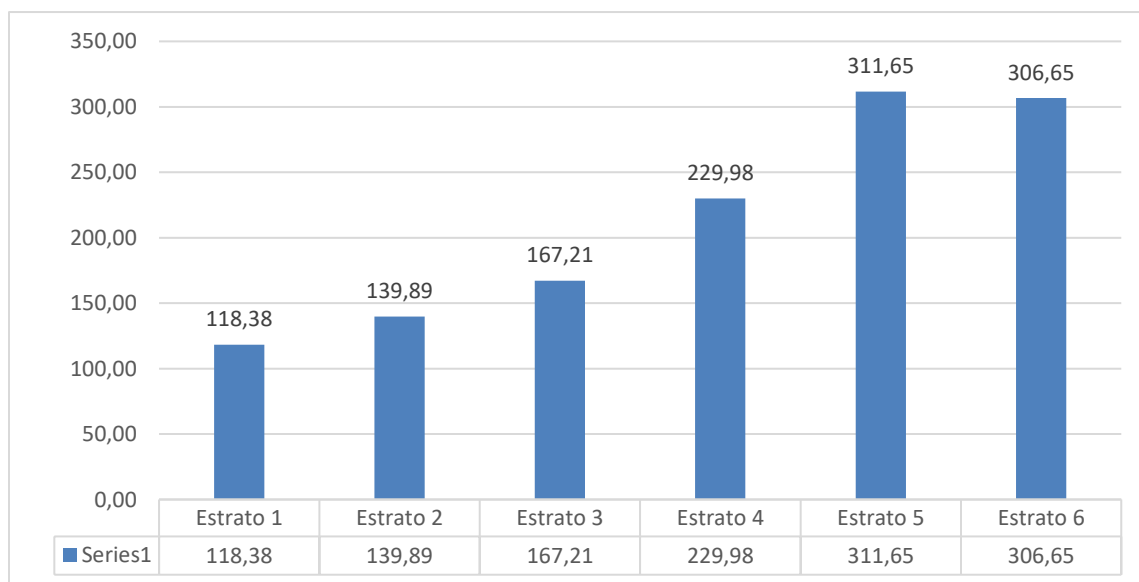
altas. Además, en el caso de los estratos 5 y 6, se les aplica una contribución adicional del 20% sobre el Costo Unitario (CU), lo que incrementa aún más su factura promedio. Además, estos promedios no incluyen el costo del servicio de aseo y el de alumbrado público, valores que están agregados en la factura de energía.

6.2.6 Consumo Promedio por Estrato

El consumo promedio por estrato socioeconómico permite identificar las tendencias de uso de energía eléctrica (en kWh) a través de los distintos niveles socioeconómicos. Según los datos proporcionados por el Sistema Único de Información (SUI) y con base en el último reporte actualizado correspondiente al año 2024 (corte en julio), se presenta a continuación una discriminación detallada del consumo promedio de energía por estrato. Esta información ofrece una visión clara de las variaciones en el consumo de electricidad según el estrato socioeconómico de la población.

Figura 6

Consumo Promedio por Estrato (Kwh) a Corte a Mes de Julio 2024



Fuente: Elaboración propia a partir de (SIU , 2024)

6.2.7 Tenencia de Vivienda

Según el informe del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) correspondiente a la Encuesta de Calidad de Vida (ECV) de 2023, se presenta el porcentaje de tenencia de viviendas en Colombia. Dado que no se dispone de datos específicos para la ciudad de Neiva, se ha utilizado el porcentaje correspondiente a la tendencia general del departamento. De acuerdo con esta información, el 31% de los hogares en el departamento viven en arriendo, lo que implica que aproximadamente el 69% de los hogares cuentan con vivienda propia. (DANE PES , 2023)

6.2.8 Tipo de Vivienda

Debido a la falta de datos específicos para la ciudad de Neiva, se ha optado por utilizar las tendencias observadas en el departamento del Huila, conforme al informe del DANE de noviembre de 2020 sobre la toma de decisiones regionales. Según estos datos, la distribución de los tipos de vivienda en el departamento es la siguiente: el 69% de los hogares residen en casas, el 29% en apartamentos y el 2% en tipo cuarto. (DANE, 2020)

6.2.9 Perspectiva del Sector

Los sistemas de energía fotovoltaica han experimentado un crecimiento significativo en el país. A pesar de ello, actualmente solo representan el 5,77% de la producción total de energía en Colombia. En el ámbito residencial, estos proyectos generan altas expectativas debido a la rentabilidad que se prevé, especialmente considerando los beneficios a largo plazo en términos de ahorro energético y sostenibilidad (Departamento Nacional de Planeación , 2024)

6.3 Población

La población de este estudio está conformada por los habitantes de la ciudad de Neiva pertenecientes a los estratos socioeconómicos 4, 5 y 6. Este grupo incluye a aquellos hogares

cuyos costos mensuales de energía superan los 220.000 pesos y que muestran disposición hacia la adopción de proyectos fotovoltaicos. En total, la población objetivo está compuesta por 11.831 viviendas en el municipio.

6.4 Muestra

Para la determinación del tamaño de la muestra en este estudio, se utilizó como base la información sobre la tenencia de vivienda en el departamento, específicamente el porcentaje de viviendas propias, que es del 69%. Este dato indica que, de una población total de 11,831 viviendas en el municipio de Neiva, 8,163 son de propiedad. Además, se consideró el tipo de vivienda, enfocándose en las casas, las cuales representan el 69% de la población total de viviendas en el municipio. Por lo tanto, la población de interés para este estudio está conformada por 5,633 viviendas de tipo casa. con el objetivo de reducir la muestra de la población en relación con la perspectiva del sector, actualmente los proyectos de energías renovables representan solo el 5,77% de la producción total, en función a esto, nuestra población objetivo asumiendo la perspectiva del sector es de 325 viviendas.

para determinar la muestra aplicaremos la siguiente formula:

$$n = \frac{N \times \sigma^2 \times Z^2}{(N - 1)E^2 + \sigma^2 \times Z^2}$$

Donde:

N: numero de la población (5.633 viviendas)

σ : Varianza (0,5)

Z: Nivel de confianza al 99%

E: Error máximo admisible

n = Numero de encuestas a aplicar es: 129,6. Aprox: 130

6.5 Instrumento de Recolección de Datos

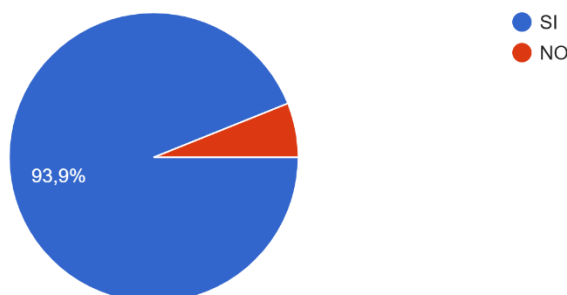
Durante el periodo comprendido entre el 03 al 15 de noviembre de 2024, se aplicaron un total de 147 encuestas, de las cuales 17 fueron adicionales a la muestra original para aumentar la fiabilidad de los resultados obtenidos. Estas encuestas nos permitieron conocer el nivel de consumo, las barreras percibidas, los costos de energía y características de las residencias aplicadas al segmento de interés.

El instrumento aplicado es el siguiente:

Gráfica 1

Pregunta 1

¿Está familiarizado/a con el concepto de energía solar?
148 respuestas



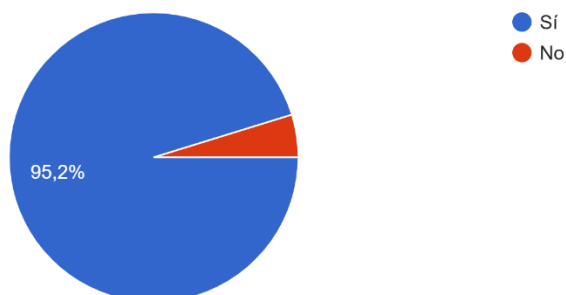
Fuente: Encuesta realizada “Viabilidad de la Implementación de Sistemas Fotovoltaicos en el Municipio de Neiva”

Gráfica 2

Pregunta 2

¿Ha considerado alguna vez la instalación de paneles solares en su hogar?

147 respuestas



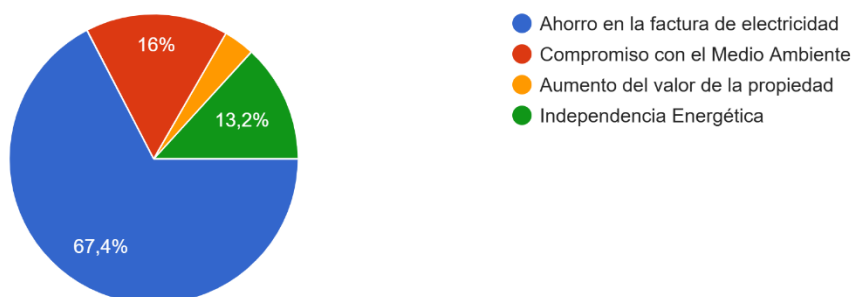
Fuente: Encuesta realizada “Viabilidad de la Implementación de Sistemas Fotovoltaicos en el Municipio de Neiva”

Gráfica 3

Pregunta 3

Si respondió "Sí" a la pregunta anterior, ¿qué factores le motivaron a considerar esta opción?

144 respuestas

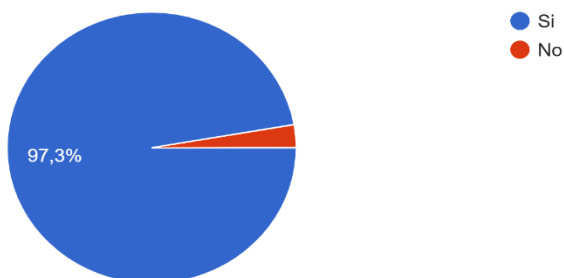


Fuente: Encuesta realizada “Viabilidad de la Implementación de Sistemas Fotovoltaicos en el Municipio de Neiva”

Gráfica 4**Pregunta 4**

¿Es usted propietario de la vivienda en la que reside?

146 respuestas

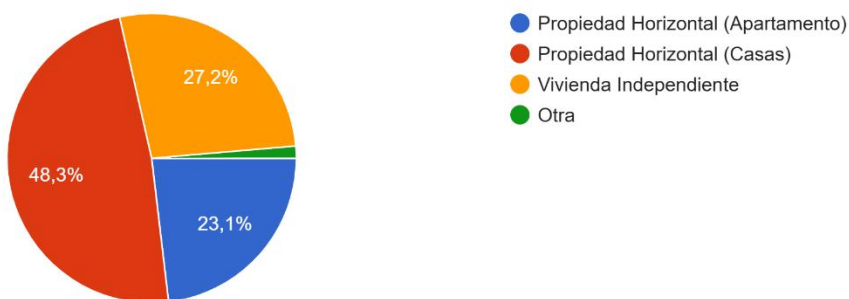


Fuente: Encuesta realizada “Viabilidad de la Implementación de Sistemas Fotovoltaicos en el Municipio de Neiva”

Gráfica 5**Pregunta 5**

¿En qué tipo de vivienda reside?

147 respuestas

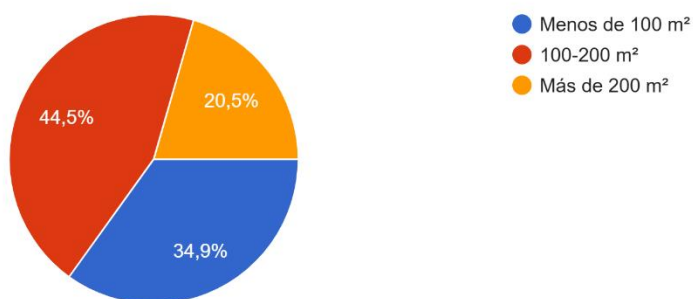


Fuente: Encuesta realizada “Viabilidad de la Implementación de Sistemas Fotovoltaicos en el Municipio de Neiva”

Gráfica 6**Pregunta 6**

¿Cuál es el tamaño aproximado de su vivienda (en metros cuadrados)?

146 respuestas

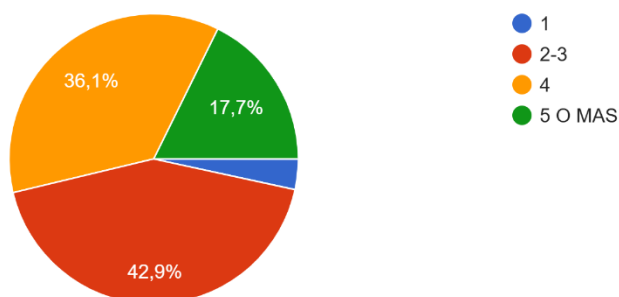


Fuente: Encuesta realizada “Viabilidad de la Implementación de Sistemas Fotovoltaicos en el Municipio de Neiva”

Gráfica 7**Pregunta 7**

¿Cuántas personas residen en su vivienda?

147 respuestas



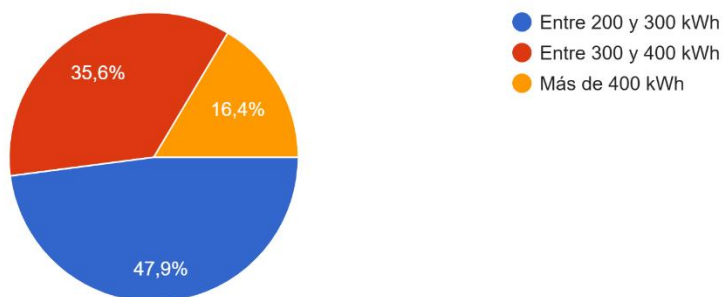
Fuente: Encuesta realizada “Viabilidad de la Implementación de Sistemas Fotovoltaicos en el Municipio de Neiva”

Gráfica 8

Pregunta 8

¿Cuál es su consumo promedio de energía en kilovatios (kWh) al mes?

146 respuestas



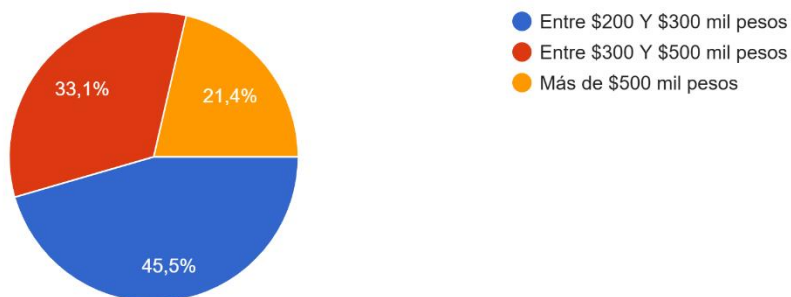
Fuente: Encuesta realizada “Viabilidad de la Implementación de Sistemas Fotovoltaicos en el Municipio de Neiva”

Gráfica 9

Pregunta 9

¿Cuánto gasta mensualmente en su factura de electricidad?

145 respuestas

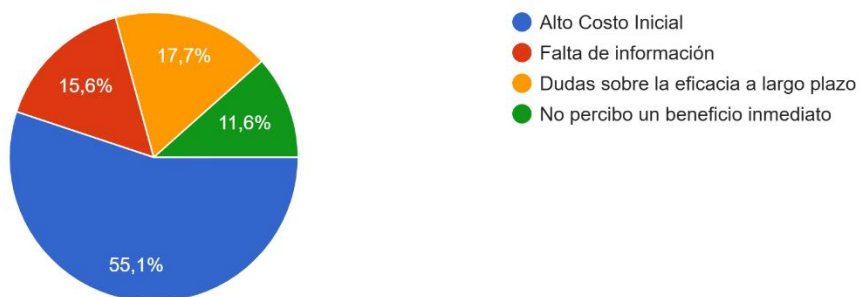


Fuente: Encuesta realizada “Viabilidad de la Implementación de Sistemas Fotovoltaicos en el Municipio de Neiva”

Gráfica 10*Pregunta 10*

¿Qué obstáculos percibe para instalar paneles solares en su hogar?

147 respuestas

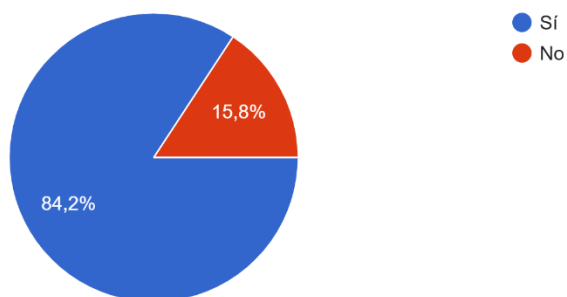


Fuente: Encuesta realizada “Viabilidad de la Implementación de Sistemas Fotovoltaicos en el Municipio de Neiva”

Gráfica 11*Pregunta 11*

¿Considera que tiene la capacidad de asumir un endeudamiento para la implementación de un sistema fotovoltaico?

146 respuestas



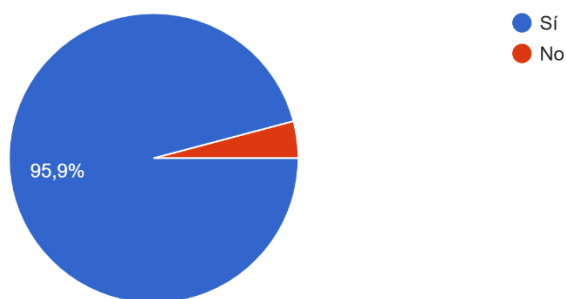
Fuente: Encuesta realizada “Viabilidad de la Implementación de Sistemas Fotovoltaicos en el Municipio de Neiva”

Gráfica 12

Pregunta 12

¿Estaría dispuesto/a a financiar la instalación de paneles solares si tuviera acceso a un modelo de financiamiento atractivo?

146 respuestas



Fuente: Encuesta realizada “Viabilidad de la Implementación de Sistemas Fotovoltaicos en el Municipio de Neiva”

6.6 Análisis de Resultados

Los resultados obtenidos en las encuestas nos indican que la adopción de sistemas fotovoltaicos en el sector residencial está ganando popularidad, impulsada principalmente por el aumento de los costos de energía, y el creciente interés por soluciones más económicas y sostenibles. Los hogares perciben los paneles no solo como una alternativa para reducir el gasto mensual de energía sino una manera de contribuir al cuidado del medio ambiente, además, la relación existente entre: tamaño de la vivienda y número de personas que residen en el hogar tiene una relación directamente proporcional con el consumo, lo que ha quedado claramente reflejado en los datos. Aunque la energía solar tiene un potencial creciente en el sector residencial, su adopción sigue estando limitada por barreras económicas, financieras y regulatorias que limitan la adquisición de estos sistemas.

7. Análisis del Mercado

A partir de los resultados obtenidos en las encuestas y las tendencias observadas respecto a la viabilidad de los sistemas fotovoltaicos, se concluye que la generación de energía mediante paneles solares ha ganado terreno en el sector residencial. Esta tecnología se percibe cada vez más como una opción atractiva, especialmente ante el incremento de los costos de los recibos de energía, lo que lleva a los hogares a considerar soluciones más económicas y sostenibles, que no solo permiten reducir el gasto mensual, sino también contribuir al cuidado del medio ambiente.

7.1 Tendencia de los Clientes

La relación costo consumo, está ligada con el tamaño de la vivienda y el número de personas que residen en ella. Esta tendencia tiene soporte en los resultados obtenidos, a medida que el tamaño de la vivienda aumenta, también lo hace el consumo, ya que se requieren más recursos para satisfacer las necesidades del hogar en cuanto a energía, del mismo modo sucede con las viviendas que tienen un mayor número de personas la demanda energética es mayor. En cuanto al consumo, el 83% de los encuestados reporta un consumo entre 200 y 400 kWh, mientras que el 17% restante consume más de 400 kWh. Respecto al costo, el 78% paga entre \$200,000 y \$500,000, y el 22% restante abona más de \$500,000 por su consumo energético.

7.2 Barreras del Sector

7.2.1 Altos Costos Iniciales

A pesar de la reducción en los precios de los paneles solares, los altos costos iniciales siguen siendo un desafío significativo para el desarrollo de proyectos de energía fotovoltaica. La inversión necesaria para la instalación de estos sistemas sigue siendo considerablemente más alta en comparación con las fuentes de energía convencionales. Los costos tanto de adquisición del equipo como de la mano de obra representan una barrera importante, limitando así la adopción

de esta tecnología por parte de los consumidores. De acuerdo con los resultados del instrumento aplicado, el 55% de los encuestados considera que los altos costos son un obstáculo principal para la adquisición de sistemas fotovoltaicos.

7.2.2 Acceso Limitado al Financiamiento

Otro desafío significativo es el acceso limitado al crédito para el financiamiento de este tipo de proyectos. Diferentes instituciones financieras en el país son reacias a proporcionar financiamiento debido al desconocimiento sobre el sector y la percepción de alto riesgo asociado con las inversiones en energías renovables, además, para la instalación de proyectos para el uso residencial de pequeña escala se emplean tasas de libre inversión que presentan una tasa de interés relativamente alta. El porcentaje de los encuestados cuya capacidad de endeudamiento no permite la adquisición de paneles solares es del 16%, en relación con un 84% que tienen para hacerlo, esto refleja la tendencia de los clientes por lo que es necesario una línea de crédito para proyectos de uso residencial.

7.2.3 Incertidumbre Regulatoria

En el sector energético la incertidumbre regulatoria es un factor crítico que afecta negativamente la inversión en proyectos de energía fotovoltaica, especialmente en regiones en desarrollo como Huila. Los cambios frecuentes en las políticas energéticas, la falta de un marco regulatorio claro y la ausencia de lineamientos a largo plazo generan un entorno de incertidumbre para los clientes, debido a que cualquier modificación posterior a la inversión puede afectar significativamente la rentabilidad y viabilidad del proyecto. La incertidumbre sobre posibles cambios en las tarifas, incentivos fiscales, o en la regulación del acceso a la red, por ejemplo, puede hacer que los clientes perciban un mayor riesgo. Como consecuencia, prefieren

abstenerse de financiar proyectos que, a pesar de su potencial, no ofrecen garantías de estabilidad a largo plazo.

7.2.4 Tipo de Vivienda

La implementación de paneles solares varía según el tipo de vivienda. En el caso de las personas que residen en apartamentos, la adopción de esta tecnología enfrenta restricciones derivadas de la infraestructura del edificio, lo que hace que el proceso sea más complejo. Estas restricciones incluyen limitaciones en el espacio disponible para la instalación y la necesidad de obtener la aprobación de la comunidad de propietarios o la administración del edificio. En contraste, en viviendas independientes o en propiedad horizontal (casas), donde la instalación depende exclusivamente del propietario, el proceso tiende a ser más sencillo y directo. Según los resultados obtenidos, cerca del 80% de los encuestados vive en viviendas independientes o en propiedad horizontal (casas), mientras que el 20% restante reside en apartamentos.

7.3 Características del Producto

Un sistema fotovoltaico es un conjunto de dispositivos y componentes diseñados para captar la energía solar y convertirla en energía eléctrica, este sistema se compone de:

7.3.1 Panel Solar

Encargados de captar la luz solar y convertirla en electricidad mediante el efecto fotovoltaico. Los paneles están formados por varias células solares conectadas entre sí. La unidad de medida de la potencia generada por un panel fotovoltaico es el vatio (W) o el kilovatio (kW).

7.3.2 Inversor

Convierte la corriente continua (CC) generada por los paneles solares en corriente alterna (CA), que es la que se utiliza en los equipos eléctricos y en la red eléctrica. La potencia del inversor se mide en vatios (W) o kilovatios (kW).

7.3.3 Baterías (Opcional)

En sistemas aislados o híbridos, las baterías almacenan la energía excedente generada durante el día para su uso durante la noche o en días nublados. Este componente es esencial para garantizar el suministro constante de electricidad. La capacidad de las baterías se mide en amperios-hora (Ah) o kilovatios-hora (kWh). La capacidad de almacenamiento de una batería típica puede variar entre 100 Ah y 200 Ah, o entre 1 kWh y 10 kWh, dependiendo del tamaño del sistema.

7.3.4 Estructura de Soporte para Paneles

Son las bases que sostienen y posicionan los paneles solares en el lugar adecuado, con la inclinación y orientación óptimas para maximizar la captación de energía solar. Estas estructuras pueden ser fijas o ajustables, dependiendo de las necesidades. La inclinación de los paneles se mide en grados ($^{\circ}$), y la orientación se ajusta según la ubicación geográfica (norte o sur en el hemisferio norte, sur o norte en el hemisferio sur).

7.3.5 Medidor de Energía

En sistemas conectados a la red, el medidor de energía mide la cantidad de electricidad generada y consumida. En algunos casos, también mide la cantidad de energía que se inyecta en la red para su venta o compensación. La unidad de medida es el kilovatio-hora (kWh), que indica la cantidad de energía consumida o generada durante un período de tiempo.

7.3.6 Sistema de Monitoreo

Algunos sistemas fotovoltaicos incluyen una unidad de monitoreo que permite a los usuarios controlar el rendimiento del sistema en tiempo real, analizar la producción de energía y detectar posibles fallas. Los sistemas de monitoreo miden la potencia (W), energía acumulada (kWh) y otros parámetros como la tensión (V) y la corriente (A).

Las características de un sistema fotovoltaico son esenciales para comprender su funcionamiento, eficiencia y aplicaciones teniendo en cuenta:

1. Energía renovable y limpia
2. Conversión de energía solar en electricidad
3. Bajas emisiones de carbono
4. Longevidad y mantenimiento mínimo
5. Escalabilidad
6. Dependencia de la radiación solar
7. Eficiencia energética
8. Inversión inicial
9. Autonomía energética
10. Versatilidad de aplicación
11. Costos y eficiencia a largo plazo

Estas características hacen de esta tecnología una opción muy atractiva para aquellos que buscan una fuente de energía limpia, sostenible y confiable. A pesar de que su rendimiento depende de factores como la radiación solar y la inversión inicial, los beneficios a largo plazo en términos de ahorro de energía, sostenibilidad ambiental y confiabilidad.

7.4 Tasas de Interés del Mercado Sector Residencial

Recientemente, se ha anunciado una serie de beneficios para los estratos más bajos, relacionados con la instalación de sistemas fotovoltaicos. Estos beneficios se ofrecen a través de créditos para el mejoramiento de vivienda, fruto de una alianza estratégica entre el Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, y el Fondo Nacional del Ahorro. Los créditos están dirigidos a la adquisición de sistemas fotovoltaicos cuyo valor oscila entre 10 y 20 millones de pesos, con tasas de interés desde el 10% E.A para aquellos con ingresos de hasta dos Salarios Mínimos Legales Vigentes (SMLV), priorizando aquellos proyectos de uso residencial. (Ministerio de Energía, 2024)

En el caso de estudio, el segmento de la población enfocado son los estratos 4, 5 y 6, quienes, en caso de adquirir o financiar un proyecto fotovoltaico, optan por créditos de libre inversión. Para las empresas que desean financiar proyectos fotovoltaicos y que buscan incorporar estos sistemas como parte de sus activos, tienen la opción de acceder al crédito ofrecido por Davivienda a través del *Leasing Eficiencia*. Este crédito está especialmente orientado a los sectores de transporte, industrial y terciario. (DAVIVIENDA S.A , 2024)

A continuación, se presenta una tabla comparativa con las tasas de interés ofrecidas por diversas entidades para créditos de libre inversión:

Tabla 3

Tasas de Interés Para Créditos de Libre Inversión

Entidad	Tasa de interés anual E. A	Plazo (Meses)
Banco de Bogotá	25,34%	12 - 72
Bancolombia	17,31% - 27,88%	48 - 60
Davivienda	Desde 21.55%	60

Nota. Datos tomados de (Banco de Bogotá, 2024), (Bancolombia, 2024), (Davivienda, 2024)

8. Modelo de Financiamiento

Para la creación de un modelo de financiamiento para proyectos, como los de energía fotovoltaica implica seguir un enfoque estructurado para proyectar costos, ingresos y evaluar la viabilidad del proyecto.

8.1 Estudio Técnico Para la Elaboración del Proyecto

Para el diseño de un sistema fotovoltaico, la variable principal considerada es el consumo energético mensual, estimado en 840 kWh/mes. Este valor se divide entre 30 días, correspondiente al promedio de días en un mes, para obtener el consumo diario de 28kWh. Posteriormente, se selecciona el tipo de panel solar en función de su capacidad nominal, eligiéndose en este caso un panel de 550 W (vatios). Con una irradiación solar promedio de 4 horas diarias (equivalente a la eficiencia solar), se calcula la producción diaria de energía mediante la aplicación

$$Egd = Pn * hie$$

$$Egd = 550W * 4 \text{ horas}$$

$$Egd = 2.2kWh$$

Ecuación 1

Donde (Egd) es la energía generada diariamente, (Pn) es la potencia nominal del panel solar y (hie) es el promedio de horas de irradiación efectiva. Esto permite determinar la capacidad de producción energética diaria del sistema fotovoltaico en condiciones estándar.

8.1.1 Consumo Energético

El número total de paneles necesarios ($\#Paneles$) se obtiene dividiendo el consumo diario por la energía diaria generada por un panel

$$\#Paneles = \frac{Cons}{Egd}$$

$$\#Paneles = \frac{28kWh}{2.2kWh}$$

$$\#Paneles = 12.7 \cong 13 \text{ Paneles Solares}$$

Ecuación 2

Donde (*Cons*) es el consumo energético diario del sistema. Este cálculo permite dimensionar adecuadamente el sistema fotovoltaico para satisfacer la demanda energética prevista, se tiene en cuenta que se aproxima el resultado si es en decimales en este caso el resultado son 13 paneles solares.

8.1.2 Potencia Total

La potencia total que los paneles deben generar para satisfacer el consumo energético diario promedio se calcula como:

$$P_{total} = \frac{Cons}{hie}$$

$$P_{total} = \frac{28kWh}{4h}$$

$$P_{total} = 7kW$$

Ecuación 3

Esto representa la potencia que el sistema fotovoltaico debe generar durante las horas solares efectivas para cubrir el consumo diario.

8.1.3 Capacidad del Inversor

La capacidad del inversor debe ser al menos igual a la potencia total de los paneles instalados para manejar la generación máxima. Para garantizar un margen de seguridad, se recomienda un inversor con una capacidad nominal de aproximadamente un 10% adicional.

$$P_{Inversor} = P_{total} * (1 + \text{Margen de seguridad})$$

$$P_{Inversor} = 7kW * 1.1$$

$$P_{Inversor} = 7.7kW$$

Ecuación 4

Por lo tanto, se selecciona un inversor con capacidad nominal de al menos **7.7 kW** para manejar la potencia generada por el sistema de forma eficiente y segura.

8.1.4 Área Requerida Para Instalación de Paneles Solares

Para determinar el área total requerida para instalar 13 paneles solares de dimensiones individuales de 2.2 m por 1.1 m, se realiza el siguiente cálculo:

Área de un panel solar

$$A_{panel} = \text{Largo} * \text{Ancho}$$

$$A_{panel} = 2.2 \text{ metros} * 1.1 \text{ metros}$$

$$A_{panel} = 2.42 \text{ metros}^2$$

Ecuación 5

8.1.5 Área Total Para los 13 Paneles

$$A_{total} = A_{panel} * \text{número de paneles}$$

$$A_{total} = 2.42 \text{ metros}^2 * 13$$

$$A_{total} = 31.46 \text{ metros}^2$$

Ecuación 6

Por lo tanto, se requiere un área de 31,46 m² como mínimo para colocar los paneles solares.

8.2 Estudio Financiero Para la Elaboración del Proyecto

8.2.1 Inversiones de Largo Plazo (CAPEX)

Paneles Solares: Dependiendo de la capacidad (medida en kilovatios o kW) del proyecto y su costo unitario

*Costo paneles solares: Cantidad de paneles requeridos * (Costo unitario)*

*Costo paneles solares: 13 unidades * 59,95 USD*

Costo paneles solares: 779 USD

Ecuación 7

Inversor Solar: según la capacidad de generación de energía de los paneles, se toma el costo cotizado por un inversor de 8 kW de 1.496 USD

Estructura y Soportes: Depende de la cantidad de paneles necesarios por el precio cotizado (se ajusta según disponibilidad y espacio)

*Costo Estructura paneles: Número de Paneles * (Costo Unitario)*

*Costo Estructura paneles: 13 unidades * 27 USD*

Costo Estructura paneles 351 USD

Ecuación 8

Cableado y Accesorios: Necesarios para conectar el sistema, se toma un promedio de cableado de 4 por panel por su costo unitario

*Costo C y A: Número de Paneles * (Promedio Cableado) * (Costo Unitario)*

*Costo C y A: (13 unidades * 4) * (1,25 USD)*

Costo C y A: 65 USD

Ecuación 9

Los costos totales Capex son de aproximadamente: ~2.691 USD para un proyecto de 840 kW

8.2.2 Gastos de Funcionamiento (OPEX)

Son los gastos generales de funcionamiento asociados a las operaciones cotidianas de la empresa (School, 2024). Estos gastos son necesarios para mantener el funcionamiento del sistema o la empresa a lo largo del tiempo. En el caso de un proyecto de paneles solares, algunos de los principales gastos OPEX son:

1. Fletes de transporte y envío
2. Mantenimiento, monitoreo y control
3. Licencias y permisos
4. Seguros
5. Gastos administrativos
6. Gastos de financiamiento
7. Asesoría técnica y legal
8. Gastos Generales

Los costos totales Opex son de aproximadamente: ~7.971 USD para un proyecto de 840 kW.

8.2.3 Proyección de Ingresos

Determinación de Precios: Hay dos formas de calcularlo, a través del promedio mensual de la factura de energía sobre el consumo mensual en Khw/Mes o tarifas publicadas por la electrificadora por estrato multiplicado por el consumo mensual en Kwh.

Identificación de Fuentes de Ingresos: Para determinar cómo se generarán los ingresos en proyectos de energía solar. Los ingresos provienen de la generación de electricidad por el precio promedio Kwh/Mes.

9. Simulador del Proyecto

9.1 Modelo para el consumidor

Para la aplicación de un modelo de viabilidad desde el punto de vista del consumidor, se tienen en cuenta diferentes factores cómo: El ahorro del consumo energético y monetario de la vida útil de los paneles solares, la inversión inicial, la evaluación de viabilidad desde ubicación geográfica, estrato socioeconómico, incentivos tributarios vigentes y gastos financieros. Se busca garantizar que el modelo sea optimo y sostenible en la aplicación según las necesidades del consumidor.

Gráfica 13

Ingreso de Datos Generales y Premisas

INGRESO DATOS

Ubicación:	Condominio Campestre
País:	Colombia
Municipio:	Neiva
Departamento	Huila
Tipo Instalación:	Residencial
Estrato:	4
Consumo energía mes:	840
Valor Promedio Factura Mes:	\$ 667.000
Necesidad de financiación:	50%
Promedio Duración Crédito (Meses):	36

Fuente: *Elaboración Propia*

Se ingresa los datos generales al simulador, en este caso se realiza el modelo del proyecto, específicamente a la ciudad de Neiva en el Condominio Campestre. Se especifica el estrato, el consumo de energía mensual, valor promedio de factura, la necesidad de financiación (Opcional) y el promedio de duración de crédito (Opcional, es caso de necesidad de financiación)

Gráfica 14

Continuidad del Simulador

Premisas:		
Radiación Solar		4,5
\$ Costo promedio kWh	\$	794,05
# Días Mes:		30
Eficiencia Solar (horas):		4 (12 pm-3pm)
Panel solar (W)		550
Años Vida Paneles		25
Meses año		12
Eficiencia generación solar		100%
Inflación		4%
Beneficio Tributario		50%
Tasa Activa E.A		25,34%

Fuente: *Elaboración Propia*

Según los datos ingresados con anterioridad, hay unos parámetros determinados según sea el procedimiento técnico, legal, financiero y contable en Colombia

9.1.1 Costos del Proyecto

Gráfica 15

Continuidad del Simulador

MODELO FINANCIAMIENTO

Promedio consumo energía mes	840 Promedio kWh
Promedio consumo diario	28 Kwh
Nº de paneles	12,7 #
Nº de paneles (Redondear)	13,000 #
Potencia	7.150 w
Potencia (Redondear)	7 kW
Área Paneles	33,60 m2
Energía generada Día	28 Kwh
Energía generada Mes	840 Promedio kWh
Energía generada Año	10.080 Promedio kWh
Energía generada (25 años)	252.000 Promedio kWh
COSTO PROYECTO COP	46.914.406

Fuente: *Elaboración Propia*

El modelo quedo parametrizado para traer el costo del proyecto planteado de 840 Kwh, tendría una inversión aproximadamente de COP 46.914.406

9.2 Viabilidad del proyecto del consumidor

9.2.1 Costos antes de Implementar el Proyecto

Se determina el flujo de caja actual sin considerar el impacto del proyecto de energía fotovoltaica. Se utiliza la proyección de ingresos y gastos basadas en el valor de la factura y su consumo promedio con incremento de la inflación.

Gráfica 16

Continuidad del Simulador Costo Total con Energía Solar

Costo Total Energía sin Solar	333.333.849,93	25 Años
--------------------------------------	-----------------------	---------

Fuente: *Elaboración Propia*

9.2.2 Ahorro después de aplicar el Proyecto

Los flujos de caja generados por el proyecto, incluye los ahorros en costos de energía, incentivos fiscales disponibles y un posible aumento en la reputación o eficiencia operativa. Se resta la inversión inicial en el proyecto, incluyendo los costos de instalación y mantenimiento.

Se determina una tasa de descuento con la mínima esperada del mercado en Colombia que serían las TES y su retorno de la inversión con y sin beneficio tributario.

Gráfica 17

Continuidad del Simulador Costo Total con Energía Solar

\$ Ahorro Total con Energía Solar (Sin Beneficio Tributario)	286.419.444	25 Años
\$ Ahorro Total con Energía Solar (Con Beneficio Tributario)	309.876.647	25 Años

Fuente: *Elaboración Propia*

9.3 Aplicación del Modelo

Gráfica 18

Continuidad del Simulador Aplicación del Modelo

TASA DESCUENTO:	9,8%
VPN (Sin Beneficio Tributario)	56.031.296
VPN (Con Beneficio Tributario)	79.488.499
TIR (Sin Beneficio Tributario)	20,6%
TIR (Con Beneficio Tributario)	38,1%
RETORNO DE LA INVERSIÓN (Sin Beneficio Tributario)	4,1 Años
RETORNO DE LA INVERSIÓN (Con Beneficio Tributario)	2,0 Años
VIABILIDAD:	VIABLE

Fuente: *Elaboración Propia*

9.4 Aplicación del Modelo con financiamiento

Los flujos de caja generados por el proyecto, incluye los ahorros en costos de energía, incentivos fiscales disponibles y un posible aumento en la reputación o eficiencia operativa. Se resta la inversión inicial en el proyecto, incluyendo los costos de instalación, mantenimiento y financieros

Se determina una tasa de descuento con la mínima esperada del mercado en Colombia que serían las TES y su retorno de la inversión con y sin beneficio tributario, pero adicional se calcula los gastos de intereses en caso de que exista una necesidad de financiamiento, en este caso se planteó con el 50% a 36 meses.

Gráfica 19

Continuidad del Simulador Aplicación de Modelo con Financiamiento

\$ Ahorro Total con Energía Solar (Sin Beneficio Tributario)	273.643.844
\$ Ahorro Total con Energía Solar (Con Beneficio Tributario)	297.101.047

Fuente: *Elaboración Propia*

Gráfica 20

Continuidad del Simulador Aplicación del Modelo con Financiamiento 2

TASA DESCUENTO:	9,8%
VPN (Sin Beneficio Tributario)	45.123.735
VPN (Con Beneficio Tributario)	68.580.938
TIR (Sin Beneficio Tributario)	17,4%
TIR (Con Beneficio Tributario)	29,0%
RETORNO DE LA INVERSIÓN (Sin Beneficio Tributario)	4,3 Años
RETORNO DE LA INVERSIÓN (Con Beneficio Tributario)	2,1 Años
VIABILIDAD:	VIABLE

Fuente: *Elaboración Propia*

9.5 Modelo para el Financiadore

Para la aplicación de un modelo de viabilidad desde el punto de vista del financiador, se tienen en cuenta diferentes factores cómo: los ingresos y egresos generados por intereses de financiamiento y costo del fondeo. Adicional, el deterioro o provision de cartera en caso de perdidas o retraso en el pago. Al aplicar este enfoque, permite que el financiador pueda tomar decisiones, promoviendo el acceso a tecnologías limpias, mientras asegura su rentabilidad.

Gráfica 21

Ingresos Datos Generales y Premisas

Premisas:	
Fondeo E.A.	18,79%
%Impuesto Renta	35%
%Deterioro Cartera	5%

Fuente: *Elaboración Propia*

Se ingresa los datos generales al simulador, en este caso se tiene en cuenta el costo del fondeo, si hay necesidad de financiamiento. Se especifica el impuesto de renta y el deterioro por cartera

9.5.1 Cálculo de WACC

Se plantea el escenario en que el financiador podría fondear el proyecto, ya sea a través de la deuda o de recursos propios.

Gráfica 22

Escenario Fuentes del Costo de la Deuda y del Patrimonio

Escenarios	1	2	3	4	5
% Participación Deuda					
Deuda	30,00%	40,00%	60,00%	70,00%	20,00%

Fuente: *Elaboración Propia*

Se escoge el escenario 3, este escenario se determina según fuentes promedio del costo de la deuda y de patrimonio en el sector de energía renovable ³

Gráfica 23

Escenario del WACC

Escenario WACC	3
Tasa Promedio	25,3%
(-) Tax	35%
Costo de D	COSTO DESPUES DE IMPUESTOS (EA)
	16,5%
Factor	60%
Ponderado	9,9%
	Tasa Bono tesoro (30 años) EA
	4,41%
	Rentabilidad del mercado (DTF 90 E.A)
	4,02%
	Beta sector energía renovable
	1,11
	Tasa de Riesgo Colombia
	2,78%
	Premio de Tamaño
	3,00%
Costo de Ke	Costo de Recursos propios
	9,76%
Factor	40%
Ponderado	3,90%
WACC	13,79%
	RESULTADO
WACC	13,79%

Fuente: *Elaboración Propia*

³ Damodaran, Aswath. Determina que la relación de la deuda en el sector de energía renovable es del 58,58% y del patrimonio del 41,42%

Se realizó considerando tanto el costo de la deuda como el costo del capital propio ponderados, según su participación en la estructura planteada desde el punto de vista del financiador.

9.6 Viabilidad del proyecto del financiador

Gráfica 24

Simulador Para el Financiador

			0	1	2	3
P&G Anual						
Valor Proyecto Financiado			23.457.203			
Spot (K)			23.457.203	6.133.546	7.687.786	9.635.871
Intereses	COP			5.944.055	4.389.815	2.441.730
(+) Ingresos	COP		23.457.203	12.077.601	12.077.601	12.077.601
Costo Proyecto (Sin %Fee)	COP		(33.510.290)			
Costo de Fondos	COP			(4.406.940)	(3.254.621)	(1.810.306)
(-) Costo del proyecto	COP		(33.510.290)	(4.406.940)	(3.254.621)	(1.810.306)
				36,5%	26,9%	15,0%
(=) Utilidad Bruta	COP		(10.053.087)	7.670.661	8.822.979	10.267.295
				63,5%	73,1%	85,0%
(-) Deterioro Cartera	COP			(1.172.860)	(866.183)	(481.794)
(=) Utilidad Antes de Impuestos	COP		(10.053.087)	6.497.801	7.956.797	9.785.502
				53,8%	65,9%	81,0%
(-) Impuesto de Renta	COP		-	(2.274.230)	(2.784.879)	(3.424.926)
(=) Utilidad Neta	COP		(10.053.087)	4.223.571	5.171.918	6.360.576
				35,0%	42,8%	52,7%
EBIT	COP		(10.053.087)	6.497.801	7.956.797	9.785.502
EBIT-Tax Rate	COP	VPN	(10.053.087)	4.223.571	5.171.918	6.360.576
WACC	13,79%	1.970.600				
TIR	24,33%					
Viabilidad	VIABLE					

Fuente: *Elaboración Propia*

Para el modelo del financiador, se tiene en cuenta la necesidad de financiamiento del consumidor, se determina los ingresos como los intereses generados del consumidor y costo por fondeo de financiamiento, también se tiene en cuenta el deterioro de cartera. En este caso, la necesidad de financiamiento es del 50% con una tasa promedio de 25,34% E.A. con un plazo de 36 meses, al traer el valor presente de los flujos y calcular la TIR vs WACC se determina que el proyecto es viable

10. Conclusiones

Colombia al cierre de 2023 presenta un alto nivel de dependencia hídrica para la generación de energía, del 74% y en abril de 2024 el precio promedio ponderado de la bolsa experimentó un crecimiento del 22,68%.

El Huila puede contribuir a diversificar la matriz energética del país dado que, por su ubicación geográfica, posee una radiación solar superior a 4,5 kWh/m² por día, muy por encima de la media que ofrece una oportunidad notable para el desarrollo de proyectos de energía fotovoltaica.

Sin embargo, el sector de energías renovables presenta fuertes barreras como: altos costo de la inversión inicial, acceso limitado al financiamiento, incertidumbre regulatoria. Así mismo su implementación varía según el tipo de vivienda, generando ajustes de infraestructura y mayores costos. Para superar estas barreras, se requiere La creación de políticas públicas que brinden incentivos y financiamiento accesible.

Entre los beneficios por las inversiones asociadas a fuentes no convencionales de energía (FNCE) se encuentran: Deducción de hasta un 50% de la inversión (Decreto 2143 de 2015); Depreciación fiscal acelerada hasta de un 20% anual (Ley 1715 de 2014), Exclusión del IVA por compra de equipos, elementos y maquinaria.

Actualmente la Electrohuila, es la empresa responsable de la prestación del servicio en el departamento del Huila. En Neiva al cierre de septiembre de 2024 cuenta con 132.386 suscriptores residenciales de los cuales 11.831 pertenecen a los estratos 4,5 y 6, los cuales no reciben subsidios tarifarios por parte del estado. De estos se estima que un 69% (8.163 usuarios) tienen vivienda propia y por tipo de vivienda quienes viven en casas 5.633 usuarios.

Dentro de una perspectiva del sector de energías renovables con crecimiento significativo, actualmente solo representa el 5,77% de la producción total de energía, es decir en Neiva el mercado potencial para sector residencial de estratos 4,5 y 6 con 5.633 usuarios, llegamos a una población objetivo de 325 usuarios propietarios de vivienda propia.

Los resultados del estudio de mercado y aplicación de instrumentos denominado “Viabilidad de la Implementación de Sistemas Fotovoltaicos en el Municipio de Neiva, aplicados durante el 03 al 15 de noviembre del 2024, arroja que: el 83% de los encuestados reporta un consumo entre 200 y 400 kWh, mientras que el 17% restante consume más de 400 kWh. Respecto al costo, el 78% paga entre \$200,000 y \$500,000, y el 22% restante abona más de \$500,000 por su consumo energético. Aunque un 95,2% ha considerado alguna vez la instalación de paneles solares, un 55% considera como principal obstáculo el alto costo inicial de dicha inversión.

Para un usuario residencial de estrato 4 que en promedio consume 840 Kwh mes y paga en promedio \$700.000 mensuales en electricidad y esté interesado invertir en un sistema de generación fotovoltaico, requerirá una inversión de M\$46.9. Dicha inversión que incluye 13 paneles solares e inversor con una potencia de 8 Kw.

En este caso la necesidad de financiamiento planteada es del 50% de la inversión, se estima con una tasa promedio de 25,34% E.A. Los resultados son los siguientes:

10.1 Punto de Vista del Consumidor

10.1.1 Sin Beneficio Tributario:

Tabla 4

Sin beneficio Tributario

Concepto	Sin Financiamiento	Con Financiamiento
Inversión (\$)	46,914 M	46,914 M
Ingresos (\$ Tarifas actuales)	333,333 M	333,333 M

Costos \$ (mantenimiento y/o financieros)		12,775 M
Ahorros (\$)	286,419 M	273.643M
Valor presente Neto \$ (VPN)	56,031 M	45,123 M
Tasas de descuento	9.8%	9.8%
TIR	20.6%	17.4%
Retorno de la inversión (años)	4.0	4.1

10.1.2 Con Beneficio Tributario:

Tabla 5

Con beneficio Tributario

Concepto	Sin Financiamiento	Con Financiamiento
Inversión (\$)	46,914 M	46,914 M
Ingresos (\$ Tarifas actuales)	333,333 M	333,333 M
Costos \$ (mantenimiento y/o financieros)		12,775 M
Ahorros (\$)	309,876M	297,101M
Valor presente Neto \$ (VPN)	79,488 M	68,580 M
Tasas de descuento	9.8%	9.8%
TIR	38,1%	29,0%
Retorno de la inversión (años)	2.0	2.1

Por lo anterior se considera que para un usuario final que requiera o no financiamiento, el proyecto desde el punto de vista financiero se considera VIABLE, dado que el VPN es positivo y la tasa de retorno (TIR) el 9.8% es superior al 20,6% sin financiamiento y al 17,4% con financiamiento. Pero adicional, con los beneficios tributarios actuales el VPN es positivo y la tasa de retorno (TIR) del 9,8% es superior al 38,1% sin financiamiento y 29,0% con financiamiento.

10.2 Punto de Vista del Financiadore

Para un financiador que esté dispuesto a asumir el riesgo de financiar el proyecto de energía fotovoltaica, ya sea una empresa privada o pública o persona natural. Con ingresos por intereses, asumiendo un costo por fondeo y deterioro de cartera. Los resultados son los siguientes:

Tabla 6*Punto de Vista del Financiador*

Concepto	Con Financiamiento
Valor presente Neto \$ (VPN)	1.9 M
Tasas de descuento	13,79%
TIR	24,33%
Retorno de la inversión (años)	2.2

Por lo anterior se considera que para un financiador que quiera asumir los riesgos de financiamiento de un proyecto de energía fotovoltaica se considera VIABLE, dado que el VPN es positivo y la tasa de retorno (TIR) el 13,79% es superior al 24,33% con retorno de la inversión de 2.2 Años. Sin embargo, se debe tener en cuenta en que tan atractivo es el tiempo en que el financiador desea recuperar el retorno de la inversión.

En conclusión, este trabajo reafirma la relevancia de los sistemas fotovoltaicos como una solución estratégica para la transición energética de Neiva, abre a nuevas oportunidades de desarrollo para la región con elementos de sostenibilidad ambiental y económica

11. Referencias

- Arenales, J. V. (2 de Octubre de 2023). *La Republica*. <https://www.larepublica.co/economia/los-costos-de-la-instalacion-de-paneles-solares-3718571>
- Banco de Bogotá. (2024). *Digital.bancodebogotá.co*.
https://digital.bancodebogota.co/credito/index.html?utm_source=organic&utm_medium=landingli#xd_co_f=ODI5ZWE1NjMtZDg3OS00YzNiLWlXNjktZGJjNGQ0NDkxZGRj~
- Banco Desarrollo Territorial. (20 de Febrero de 2023). *Findenter*.
<https://www.findeter.gov.co/blog/planeear-el-territorio/colombia-apuesta-por-la-produccion-de-energias-renovables>
- Bancolombia. (2024). *Bancolombia.com*.
<https://www.bancolombia.com/personas/creditos/consumo/credito-libre-inversion>
- Capital, F. (11 de Junio de 2024). *Faster capital*. <https://fastercapital.com/es/contenido/Tipos-de-modelos-financieros--como-elegir-y-crear-el-tipo-de-modelo-financiero-adecuado-para-sus-necesidades.html#Tipos-comunes-de-modelos-financieros>
- CREG. (2016). *Comisión de Regulación de Energía y Gas*. (R. CREG, Editor) doi:ISBN 978-958-98069-2-0.
- Davivienda. (2024). *Davivienda.com*.
https://www.davivienda.com/wps/portal/personas/nuevo/personas/aqui_puedo/alcanzar_lo_que_quiero/credito_libre_inversion/credixpress_fijo_libre_inversion/1ec536f3-a853-46bd-b042-a5f73f19cfb7/?!ut/p/z1/jVLRboMwDPyWfkDkhAAhJxSVTiBKgaNd8lIFSiY0oNVUddrfL6umSd1

Davivienda. (2024). *Leasingdavivienda.com*. <https://www.leasingdavivienda.com/eficiencia-energetica.html>.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2023). *Encuesta Nacional de Calidad de Vida*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/calidad-de-vida-ecv/encuesta-nacional-de-calidad-de-vida-ecv-2023>

Departamento Nacional de Planeación. (29 de Septiembre de 2024). *Hacia una sociedad movida por el sol y el viento: Los retos y avances de la transición energética justa para la superación de las brechas energéticas*.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2023). *Infografía Departamento del Huila*. https://sitios.dane.gov.co/cnpv/app/views/informacion/perfiles/41_infografia.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2020). *La información del DANE en la toma de decisiones regionales*. <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/planes-departamentos-ciudades/201124-InfoDane-Neiva-Huila.pdf>

Departamento Nacional de Planeación. (2024). *Financiamiento verde: Perspectivas para la transformación productiva en Colombia*. <https://www.dnp.gov.co/publicaciones/Planeacion/Paginas/transicion-energetica.aspx>

Departamento Nacional de Planeación. (2016). *Instalación de sistemas solares fotovoltaicos individuales en zonas no interconectadas*. Bogotá: DNP.

Departamento Nacional de Planeación. (7 de julio de 2023). El plan nacional de desarrollo marca la ruta hacia la transición energética del país. https://www.dnp.gov.co/Prensa_/Noticias/Paginas/el-plan-nacional-de-desarrollo-marca-la-ruta-de-la-transicion-energetica-del-pais.aspx.

- Electrohuila. (2023). *Reporte integrado 2023*. <https://www.electrohuila.com.co/wp-content/uploads/2023/07/Reporte-integrado-EH-2023.pdf>
- Electrohuila. (2024). *Tarifas clientes regulados septiembre 2024*. Neiva. <https://www.electrohuila.com.co/tarifas/#57-81-wpfd-2024>
- Escuela Superior de Administración Pública. (2022). *Beneficios económicos de la energía renovable en Colombia*. <https://doi.org/10.22431/25005227.vol52n2.9>.
- González, B. O. (2020). *Importancia de la formulación de un modelo financiero*. Medellín.
- In, On and For Emerging Market EMIS. (2024). *Informe sectorial de energía*. EMIS.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras (2017). *Atlas de radiación solar ultravioleta y ozono de Colombia*. Bogotá: UPME. <https://www.andi.com.co/uploads/radiacion.compressed.pdf>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras. (2017). *Atlas de radiación solar y ozono de Colombia*.
- Instituto Tecnológico de Antioquia. (2021). *Situación actual de la industria de la energía fotovoltaica*. 14.
- Ministerio de Energía. (09 de Septiembre de 2024). *Mienergia.gov.co*. <https://www.minenergia.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias-index/el-ministerio-de-minas-y-energ%C3%ADa-el-ministerio-de-vivienda-ciudad-y-territorio-y-el-fondo-nacional-del-ahorro-se-unen-para-financiar-soluciones-solares-fotovoltaicas-a-trav%C3%A9s-de-cr%C>
- Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia. (25 de Octubre de 2023). *Colombia y China suscribieron 12 instrumentos de cooperación*.

<https://www.cancilleria.gov.co/newsroom/news/colombia-china-suscribieron-12-instrumentos-cooperacion>

ObservadoresCol Data y Analytics. (2024).

<file:///C:/Users/OS/Downloads/7.%20ObservadoresCol-Informe-Energetico-Colombiano-Marzo-5-2024.pdf>

Portal XM. (2024). *Comunicado de XM sobre las variables del mercado de energía en abril de 2024*. Portal XM.

School, M. B. (2024). *Munich Bussines School*. <https://www.munich-business-school.de/es/l/diccionario-de-estudios-empresariales/capex>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (25 de Septiembre de 2018). *Gobierno de Mexico*. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/beneficios-de-usar-energias-renovables-172766#:~:text=La%20principal%20ventaja%20es%20la,de%20agua%20para%20su%20funcionamiento>.

Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios. (Septiembre de 2024). indicadores sobre el servicio, reportes comerciales, financieros, administrativos y técnico operativos, acceso a la bodega de datos y cadena de prestación del servicio de energía <https://sui.superservicios.gov.co/Reportes-del-Sector/Energia>

SIU . (Julio de 2024). *Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios* . https://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ele_com_096

Universidad Surcolombiana. (s.f.). *Sistemas de Gestion Ambiental*, <https://www.usco.edu.co/es/la-universidad/sistema-de-gestion-ambiental/>

Vélez, I. (28 de Enero de 2023). *El Huila potencia en transición energética y minería para la vida*.