



Vigilada Mineducación

**Estudio de prefactibilidad para la generación de energía solar en las escuelas públicas
del departamento del Quindío**

Diana Cristina López Muñoz

Jorge Iván Arango Osorio

Proyecto de grado

Asesor, docente

Elkin Arcesio Gómez Salazar, PhD

UNIVERSIDAD EAFIT

ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS

PEREIRA

2024

Contenido

Resumen.....	11
Abstract.....	12
Introducción.....	12
Planteamiento del problema.....	14
Justificación.....	16
Objetivos.....	17
Marco teórico.....	19
Estudios de prefactibilidad.....	19
Metodologías para los estudios de prefactibilidad.....	20
Metodología JICA.....	20
Metodología general ajustada (MGA).....	21
Metodología ZOPP.....	21
Metodología del marco lógico (IIPES).....	21
Metodología ONUDI.....	22
Antecedentes de las energías renovables en Colombia.....	22
Contexto geográfico del departamento del Quindío.....	25
Energía solar: una oportunidad para la sostenibilidad en el Quindío.....	26

Enfoque del estudio de prefactibilidad de la implementación de energía solar en instituciones educativas públicas del Quindío	26
Diseño metodológico	29
Desarrollo del trabajo.....	34
Análisis sectorial	36
Político	37
Económico.....	40
Social.....	48
Tecnológico.....	50
Estudio ambiental.....	52
Estudio legal.....	54
Estudio de mercado.....	55
Demanda energética actual	68
Canales de comercialización.....	71
Competidores	72
Tipos de paneles solares que se deben utilizar.....	72
Estudio técnico	73
Análisis de ubicación y condiciones climáticas	74
Estudio de carga y consumo energético.....	76

Diseño del sistema fotovoltaico	77
Análisis de costos	80
Cálculo del costo total del proyecto	81
Flujo de caja	86
Marco regulatorio y normativo	86
Marco regulatorio y políticas nacionales para las energías renovables	87
Normas técnicas y de seguridad en los proyectos fotovoltaicos	88
Beneficios e impacto del marco normativo en instituciones educativas	88
Consideraciones para el cumplimiento normativo	89
Consideración de impuestos en instituciones educativas	90
Estudio del impacto ambiental	90
Aspectos e impactos ambientales	91
Impacto positivo en términos de reducción de CO ₂	93
Gestión de los paneles solares al finalizar el proyecto	94
Aspectos favorables para la implementación de paneles solares	94
Estructura organizacional	95
Gerente del proyecto	99
Director financiero	99
Director de riesgos	99

Abogado	100
Supervisor del proyecto.....	100
Coordinador técnico	101
Ingeniero de mantenimiento.....	101
Técnicos instaladores	101
Electricista.....	102
Auxiliar de instalación	102
Auxiliar administrativo	102
Análisis financiero	103
Flujo de pagos de energía sin proyecto (proyectado a 25 años)	103
Matriz de riesgos	109
Identificación de riesgos	109
Clasificación de riesgos.....	110
Criterios de impacto	111
Evaluación y cuantificación de riesgos	112
Mapa de riesgos.....	112
Estrategias de mitigación	113
Modelación del riesgo	117
Recomendaciones.....	137

Conclusiones	139
Referencias	141
Anexos	144
A. Institución Educativa Luis Arango Cardona	144
B. Institución Educativa Instituto La Tebaida.....	146
C. Institución Educativa Antonio Nariño.....	148
D. Institución Educativa Gabriela Mistral	150
E. Institución Educativa Instituto Montenegro.....	152
F. Escuela Los Fundadores.....	154
G. Colegio Santa María de Goretti.....	156
H. Institución Educativa Simón Bolívar	158
I. Institución Educativa Instituto Quimbaya.....	160
J. Colegio Robledo	162
K. Institución Educativa Instituto Calarcá	164
L. Institución Educativa Instituto Tecnológico	166
M. Institución Educativa Instituto Génova.....	168
N. Colegio San Vicente Paúl	170
O. Institución Educativa Luis Arango Cardona	172
P. Institución Educativa Instituto Buenavista	174

Q.	Institución Educativa Luis Arango Cardona.....	176
R.	Instituto Educativo Pijao.....	178
S.	Colegio José María Córdoba.....	180
T.	Instituto Educativo Boquía.....	182
U.	Instituto Educativo Liceo Quindío.....	184
V.	Instituto Educativo Felipe Meléndez.....	186
W.	Colegio San José de la Fachada.....	188
X.	Colegio Libre de Circasia.....	190
Y.	Ciudadela Educativa Henry Marín.....	192
Z.	Institución Educativa Luis Eduardo Calvo Cano Sede IMET.....	194
A1.	Institución Educativa Francisco Londoño.....	196

Lista de ilustraciones

<i>Ilustración 1. Mapa político del departamento del Quindío.....</i>	<i>13</i>
<i>Ilustración 2. Estudio de factibilidad de un negocio o proyecto</i>	<i>19</i>
<i>Ilustración 3. Tipos de energías renovables en Colombia.....</i>	<i>25</i>
<i>Ilustración 4. Demanda mensual de energía eléctrica</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 5. Evolución de la demanda de las áreas eléctricas para cada uno de los mercados.....</i>	<i>44</i>
<i>Ilustración 6. Comparación de proyecciones de demanda de la UPME Rev.....</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 7. Proyección anual de demanda de potencia máxima (MW-año) sin GCE.....</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 8. Proyección anual de demanda de potencia máxima (MW-año)</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 9. Proyección de la demanda de potencia máxima (MW-año)</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 10. Proyección de la demanda de potencia máxima - Escenario medio (MW-año)</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 11. Mapa político del Quindío</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 12. Demanda energética actual</i>	<i>69</i>
<i>Ilustración 13. Consumo promedio proyectado</i>	<i>70</i>
<i>Ilustración 14. Promedio de Cu proyectado</i>	<i>70</i>
<i>Ilustración 15. Promedio de Cu proyectado 1.....</i>	<i>71</i>
<i>Ilustración 16. Mapa de radiación solar en Colombia.....</i>	<i>74</i>
<i>Ilustración 17. Mapa de radiación solar por ubicación geográfica, Colombia</i>	<i>75</i>
<i>Ilustración 18. Paneles solares</i>	<i>79</i>
<i>Ilustración 19. Paneles monocristalinos</i>	<i>80</i>
<i>Ilustración 20. Cuadro detallado de la caracterización de las instituciones públicas del Quindío</i>	<i>84</i>
<i>Ilustración 21. Flujo de caja del proyecto de energía solar</i>	<i>86</i>
<i>Ilustración 22. Organigrama</i>	<i>97</i>
<i>Ilustración 23. Costo unitario promedio por 25 años</i>	<i>104</i>
<i>Ilustración 24. Consumo promedio proyectado de las 27 instituciones educativas del Quindío</i>	<i>105</i>

<i>Ilustración 25. Flujo de caja 1 - Proyección del pago de facturas de energía</i>	105
<i>Ilustración 26. Flujo de caja 2 - Inversión total del proyecto de generación de energía solar para las instituciones educativas del Quindío</i>	106
<i>Ilustración 27. Comparación de flujos de caja</i>	107
<i>Ilustración 28. Flujo de caja 3 - Incremental</i>	108
<i>Ilustración 29. Evaluación económica</i>	108
<i>Ilustración 30. Composición actual del riesgo inherente</i>	113
<i>Ilustración 31. Composición actual del riesgo residual</i>	117
<i>Ilustración 32. Modelación del riesgo</i>	117
<i>Ilustración 33. Valor esperado (millones)</i>	118
<i>Ilustración 34 Valor Esperado Porcentaje</i>	118
<i>Ilustración 35. R1/total del proyecto</i>	121
<i>Ilustración 36. R2/VPN riesgo</i>	122
<i>Ilustración 37. R3/VPN riesgo</i>	123
<i>Ilustración 38. R4/VPN riesgo</i>	124
<i>Ilustración 39. R5/total del proyecto</i>	125
<i>Ilustración 40. R6/VPN riesgo</i>	126
<i>Ilustración 41. R7/VPN riesgo</i>	127
<i>Ilustración 42. R8/total del proyecto</i>	128
<i>Ilustración 43. R9/VPN riesgo</i>	129
<i>Ilustración 44. R10/VPN riesgo</i>	130
<i>Ilustración 45. R11/total del proyecto</i>	131
<i>Ilustración 46. R12/total del proyecto</i>	132
<i>Ilustración 47. R13/total del proyecto</i>	133
<i>Ilustración 48. R14/total del proyecto</i>	134

<i>Ilustración 49. R15/total del proyecto</i>	135
<i>Ilustración 50. R16/total del proyecto</i>	136

Lista de tablas

<i>Tabla 1. Instituciones educativas públicas del Quindío</i>	58
<i>Tabla 2. Análisis de costos</i>	80
<i>Tabla 3. Componentes, presupuesto de mano de obra, transporte y permisos</i>	82
<i>Tabla 4. Costo del proyecto de generación de energía solar para 27 colegios</i>	85
<i>Tabla 5. Principales aspectos ambientales</i>	92
<i>Tabla 6. Estructura organizacional del proyecto</i>	97
<i>Tabla 7. Perfil de riesgo inherente</i>	113
<i>Tabla 8. Escenarios de riesgos</i>	114
<i>Tabla 9. Perfil de riesgo residual</i>	116
<i>Tabla 10. Plan de mitigación de riesgos con alta calificación</i>	120

Resumen

El presente estudio de prefactibilidad analiza la viabilidad técnica, económica, ambiental y social de la implementación de sistemas de generación de energía solar en las instituciones educativas públicas del departamento del Quindío. Actualmente, estas instituciones dependen mayoritariamente de fuentes convencionales de energía, lo que genera altos costos operativos y contribuye significativamente a la huella de carbono. En este contexto, la transición hacia energías renovables se perfila como una estrategia clave para mejorar la eficiencia energética, reducir costos y promover la sostenibilidad ambiental en el sector educativo. La investigación comprende un diagnóstico detallado del consumo energético en 25 instituciones educativas ubicadas en 11 municipios del departamento, con el objetivo de establecer los requisitos técnicos, normativos y financieros para la implementación de sistemas fotovoltaicos. A través de un análisis de mercado, se identifican proveedores, costos asociados a la adquisición, instalación y mantenimiento de los sistemas, así como mecanismos de financiamiento viables que garanticen la viabilidad del proyecto. Adicionalmente, se desarrolla una evaluación financiera proyectando la rentabilidad y el período de recuperación de la inversión a mediano y a largo plazo.

Los hallazgos de este estudio proporcionan insumos fundamentales para la toma de decisiones en la formulación de políticas públicas en materia energética y educativa, incentivando la adopción de fuentes renovables en el sector público y promoviendo un modelo de desarrollo sostenible para las instituciones educativas del Quindío.

Abstract

The present prefeasibility study analyzes the technical, economic, environmental, and social feasibility of implementing solar energy generation systems in public educational institutions in the department of Quindío. Currently, these institutions primarily rely on conventional energy sources, leading to high operational costs and significantly contributing to the carbon footprint. In this context, the transition to renewable energy emerges as a key strategy to enhance energy efficiency, reduce costs, and promote environmental sustainability in the education sector.

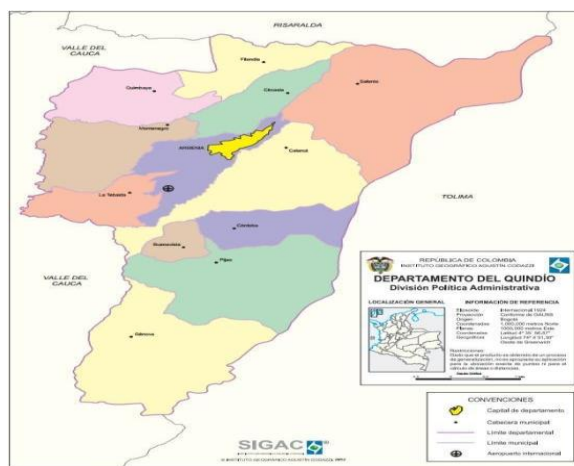
The research includes a detailed assessment of energy consumption in 25 educational institutions located in 11 municipalities of the department, aiming to establish the technical, regulatory, and financial requirements for the implementation of photovoltaic systems. Through a market analysis, suppliers, costs associated with the acquisition, installation, and maintenance of the systems, as well as viable financing mechanisms, are identified to ensure the project's feasibility. Additionally, a financial evaluation is conducted, projecting the profitability and investment recovery period in the medium and long term.

The findings of this study provide essential input for decision-making in the formulation of public policies in the energy and education sectors, encouraging the adoption of renewable energy sources in the public sector and promoting a sustainable development model for educational institutions in Quindío.

Introducción

En las últimas décadas se les ha otorgado una mayor visibilidad a los riesgos a los que la humanidad se ha visto expuesta en términos ambientales. Temas como el calentamiento global, el desabastecimiento energético y el desabastecimiento hídrico cobran importancia cuando centramos nuestras investigaciones en el sector educativo público, una comunidad especialmente vulnerable. Las empresas del sector energético en Colombia han adoptado una estrategia clave para explorar las inversiones en proyectos de energía renovable. Este análisis de prefactibilidad se enfoca en evaluar las oportunidades en un entorno que prioriza la optimización de la matriz energética y la sostenibilidad en los colegios públicos del Quindío. El propósito de este estudio es brindar una base sólida para la toma de decisiones, identificando los beneficios económicos, sociales y ambientales potenciales de estas inversiones en Colombia, tomando en cuenta la creciente demanda energética, los incentivos gubernamentales y el potencial de fuentes renovables.

Ilustración 1. Mapa político del departamento del Quindío



Fuente: Gobernación del Quindío.

Planteamiento del problema

Tanto en las zonas rurales como en las cabeceras municipales de los 11 municipios del departamento del Quindío (excepto Armenia) se encuentra una gran cantidad de instituciones educativas que cuentan con el servicio de energía eléctrica, alimentadas por medio del operador de red para sus actividades académicas, pero esto resulta ser ineficiente, costoso y contaminante.

Debido a lo anterior y a que se busca mejorar la infraestructura en cada una de las instituciones, se plantea el presente proyecto con el fin de optimizar la eficiencia energética de estas, buscando ahorros en el consumo mediante sistemas de generación fotovoltaicos en alineación con los planes de desarrollo municipales, departamentales y nacionales, y en cumplimiento de la Ley 1715 de 2014.

Para desarrollar el estudio, será necesario obtener información relevante de las 25 instituciones de los 11 municipios del Quindío, con el fin de establecer cuál es su consumo actual y cuáles son sus características particulares.

Los altos consumos de energía eléctrica generan facturas con precios elevados, lo que se resume en altos costos para la operación de las instituciones. Asimismo, estos consumos producen emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la generación de energía eléctrica.

La dependencia actual de la energía hidroeléctrica plantea desafíos en términos de sostenibilidad ambiental y seguridad energética a largo plazo, y en las escuelas del

departamento del Quindío la falta de diversificación energética constituye el principal problema.

Este análisis de prefactibilidad tiene como objetivo identificar los desafíos y las oportunidades al considerar la inversión en energías renovables para los colegios públicos del departamento del Quindío, teniendo en cuenta los factores del entorno, la oferta y la demanda, así como aspectos técnicos, legales, ambientales, administrativos y financieros, y proporcionando datos a través de un marco analítico amplio que ayude a estos colegios a tomar decisiones sobre una matriz energética más sostenible.

Justificación

Actualmente el departamento del Quindío cuenta con 54 instituciones educativas oficiales en 11 municipios no certificados del departamento del Quindío. Estas instituciones educativas no cuentan con sistemas fotovoltaicos de energía con fuentes renovables no convencionales (FERNC), razón por la cual su mantenimiento se hace cada día más costoso para los municipios, y se dificulta que el Departamento costee los pagos de energía eléctrica para garantizar una educación de calidad, con la utilización de equipos y dispositivos tecnológicos propicios para el desarrollo de las habilidades, las competencias y los conocimientos propios del siglo XXI. Es imperativo que los gobiernos locales y departamentales inicien procesos de transición energética que incluyan el cambio de las fuentes de energía basadas en combustibles fósiles y no sostenibles por fuentes de energía más limpias, renovables y sostenibles. La importancia de la transición energética radica en varios aspectos clave: la sostenibilidad ambiental, la seguridad energética, la seguridad económica, el desarrollo tecnológico, la mejora de la salud pública y el cumplimiento de objetivos internacionales. Los altos consumos de energía eléctrica generan facturas con precios elevados, lo que se resume en altos costos para la operación de las instituciones; asimismo, estos consumos producen emisiones de gases de efecto invernadero.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar un estudio de prefactibilidad sobre el acceso a sistemas de energías renovables no convencionales en las instituciones educativas públicas del departamento del Quindío, con el propósito de proporcionar recomendaciones sólidas para la toma de decisiones de inversión, mediante la evaluación de los riesgos, promoviendo la transición de fuentes de energía más sostenibles y eficientes.

Objetivos específicos

- Hacer un estudio del entorno (PESTEL), para identificar el impacto que generan los proyectos de energía fotovoltaica en las instituciones educativas públicas del departamento del Quindío.
- Realizar un estudio de mercado que permita analizar la demanda, la competencia, las tendencias del mercado, los precios, las barreras y los *drivers* de adopción, así como las percepciones y actitudes de las partes interesadas, con el objetivo de identificar oportunidades y diseñar estrategias efectivas para el éxito del proyecto, así como las oportunidades potenciales de energías renovables en las instituciones educativas públicas del departamento del Quindío.
- Elaborar un estudio técnico que permita realizar un análisis de la ubicación y las condiciones climáticas, la evaluación del lugar, el estudio de carga y consumo energético y el diseño del sistema fotovoltaico, para la implementación de paneles solares en las instituciones educativas públicas del departamento del Quindío.

- Identificar el marco regulatorio y normativo vigente en Colombia relacionado con la implementación de proyectos de energías en los colegios públicos del departamento del Quindío.
- Elaborar un estudio del impacto ambiental y social de los proyectos de implementación de paneles solares en las instituciones educativas públicas del departamento del Quindío
- Diseñar la estructura organizacional en los procesos administrativos actuales de los proyectos de energía fotovoltaica en los colegios públicos del departamento del Quindío.
- Efectuar un análisis financiero, en el que se puedan identificar las opciones de financiamiento, la estructura de costos, las proyecciones financieras y los modelos de ingresos en los proyectos de energías renovables de las instituciones educativas públicas del departamento del Quindío.
- Elaborar una matriz de riesgos, que permita identificar, clasificar, describir, medir la probabilidad y el impacto, así como sus efectos, y proponer las respectivas medidas de mitigación.

Marco teórico

Estudios de prefactibilidad

Los estudios de prefactibilidad (Ortega, s. f.) constituyen una fase crítica en la evaluación de proyectos potenciales. Estos análisis iniciales permiten a los interesados obtener información esencial para tomar decisiones estratégicas, ya sea aprobando el proyecto o comparando distintas inversiones. Un estudio de prefactibilidad ofrece una visión general de las necesidades de capital y el análisis de los riesgos, de la tecnología y otros desafíos clave que podrían influir en la viabilidad de un proyecto.

Ilustración 2. Estudio de factibilidad de un negocio o proyecto



Fuente: Quiroa (2020).

Para abordar estos estudios de manera efectiva, existen diversas metodologías que guían el análisis y la toma de decisiones en los proyectos de inversión. A continuación, se presentan

algunas de las más reconocidas y aplicadas en el ámbito de los estudios de prefactibilidad, con especial énfasis en su estructura y sus componentes clave.

Metodologías para los estudios de prefactibilidad

Existen varias metodologías ampliamente aplicadas para llevar a cabo estudios de prefactibilidad, cada una con enfoques particulares según el tipo de proyecto y el contexto en el que se desarrolla. A continuación, se describen las más destacadas:

Metodología JICA

La metodología JICA (Japan International Cooperation Agency, s. f.) está basada en las prácticas implementadas por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), una organización gubernamental que apoya a los países en vías de desarrollo. Este enfoque se caracteriza por ser participativo, sostenible y adaptado a las necesidades del país receptor. Su objetivo principal es fortalecer las capacidades locales y promover soluciones a largo plazo.

La metodología JICA se estructura en cinco pasos clave (UNAM, 2008):

1. Prediagnóstico.
2. Ejecución del diagnóstico por sectores.
3. Análisis de los problemas y las ventajas.
4. Elaboración del plan de asesoría y mejora.
5. Presentación del reporte a la empresa.

Metodología general ajustada (MGA)

La metodología general ajustada (MGA) (Minciencias, 2023) es una herramienta informática que facilita de manera modular los procesos de identificación, preparación, evaluación y programación de proyectos de inversión pública en Colombia. Su uso es obligatorio para las entidades gubernamentales a nivel nacional, departamental, distrital y municipal, garantizando un enfoque sistemático y transparente para la formulación y la evaluación de estos proyectos.

Metodología ZOPP

La metodología ZOPP (Universidad Nacional de Colombia, 2013), desarrollada por la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), se centra en la planificación estratégica orientada hacia los objetivos. Este enfoque fomenta la participación activa de los interesados en todas las etapas del proyecto, promoviendo el trabajo en equipo a través del uso de herramientas visuales y técnicas de lluvia de ideas. La ZOPP asegura que los objetivos y las actividades del proyecto sean comprendidos por todos los actores involucrados.

Metodología del marco lógico (IIPES)

El marco lógico es una metodología ampliamente utilizada para la planificación y la gestión de proyectos. Según la Universidad Surcolombia (2012), este enfoque evolutivo comienza con la identificación de una problemática que afecta a un grupo de población específico. Mediante el análisis de las causas y los efectos, se determina el tipo de intervención adecuada, con el fin de abordar el problema en un periodo determinado y con recursos específicos.

Metodología ONUDI

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) es una agencia especializada que trabaja para fomentar el desarrollo industrial sostenible (Cancillería, 2023). Su metodología incluye tres fases en el ciclo de vida de un proyecto (Eafit, 2012):

1. Fase de preinversión: Se elaboran estudios que determinan la viabilidad del proyecto.
2. Fase de inversión o ejecución: Se realizan las actividades necesarias para poner en marcha el proyecto.
3. Fase operacional: Comienza una vez que el proyecto está en marcha y las operaciones comerciales han iniciado.

La ONUDI juega un papel clave en áreas como el emprendimiento, la creación de industrias sostenibles y el apoyo a las pymes, promoviendo la inclusión de mujeres y jóvenes en los mercados laborales (Múnera, 2018).

Antecedentes de las energías renovables en Colombia

La transición energética a nivel mundial ha tenido una creciente importancia, y Colombia no ha sido la excepción. Es por esta razón por lo que las energías renovables, como la generada por fuentes naturales como el agua, el sol, el viento y la biomasa, tanto animal como vegetal, se han convertido en una oportunidad de mejora social y económica en el país. Estas fuentes deben cumplir con tres características clave: ser competitivas, no ser contaminantes y ser renovables. En el contexto colombiano, las políticas públicas y la inversión extranjera han jugado un papel crucial en el desarrollo de este sector. A continuación, se describen los

avances, las normativas y los retos más relevantes en torno a las energías renovables en Colombia.

Durante las últimas décadas, el gobierno colombiano ha implementado una serie de políticas y regulaciones para fomentar la inversión en energías renovables. Según el Newsletter de Invest in Colombia (2018), uno de los principales objetivos ha sido reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que ha captado la atención de inversionistas extranjeros interesados en desarrollar proyectos de este tipo en el país. Aunque ha habido un progreso notable, aún persisten desafíos, como la integración eficiente de las fuentes renovables a la red eléctrica, la financiación de los proyectos y la gestión de la intermitencia en la generación de energía.

La energía eléctrica es fundamental para la vida cotidiana y el desarrollo de las naciones. Tradicionalmente, en Colombia y en gran parte del mundo, esta energía se ha generado a partir de combustibles fósiles. Tal como lo señala el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2019), el uso prolongado de combustibles fósiles ha contribuido al calentamiento global y ha generado efectos adversos en la salud humana y el medioambiente. Este contexto ha impulsado la transición energética, que busca explorar nuevas formas de generación de energía limpia a través de fuentes renovables como la energía solar, la hidráulica, la geotérmica y la bioenergía.

En términos normativos, el desarrollo de proyectos de energías renovables en Colombia se rige por leyes y regulaciones clave. Entre ellas se destaca la Ley 1715 de 2014, que establece los lineamientos para promover el desarrollo sostenible mediante el uso de energías no convencionales. Además, resoluciones específicas emitidas por el Ministerio de Minas y

Energía delimitan los requisitos técnicos y ambientales que deben cumplir estos proyectos. El cumplimiento de dichas normativas es fundamental para garantizar la viabilidad de los proyectos, lo que hace necesaria la consulta con expertos locales y entidades gubernamentales especializadas.







Grandes actores del sector energético colombiano han mostrado su interés en la investigación y el desarrollo de energías renovables. Por ejemplo, Ecopetrol y la Armada Nacional firmaron un acuerdo en 2023 para explorar el potencial de estas fuentes en el mar Caribe, el océano Pacífico y la Antártida. En estas expediciones, se implementarán técnicas de simulación virtual para analizar los escenarios más favorables para la generación de energía limpia. Además, según Alexandra Hernández, directora de la Asociación de Energías Renovables Colombia (SER Colombia), se espera que para 2023 y 2024 se implementen más de 70 proyectos de energía renovable en el país, con una inversión proyectada de USD 2 500 millones (Portafolio, 2023).

Las energías renovables en Colombia muestran un crecimiento significativo en las últimas décadas. Algunos aspectos importantes que se deben considerar son los siguientes:

- a) **Hidroeléctricas:** Históricamente, Colombia ha dependido en gran medida de la generación hidroeléctrica. Grandes represas, como la de Ituango, han sido cruciales para la generación de energía.
- b) **Energía solar:** El potencial solar en Colombia es considerable debido a su ubicación geográfica. En años recientes, se ha visto un aumento en la instalación de sistemas fotovoltaicos, tanto a pequeña como a gran escala.

- c) **Energía eólica:** La energía eólica también ha experimentado un crecimiento modesto en el país. Se han establecido parques eólicos en regiones adecuadas.

Ilustración 3. Tipos de energías renovables en Colombia

TIPOS DE ENERGÍA RENOVABLES EN COLOMBIA				
N	TIPO	DEFINICIÓN	DESCRIPCIÓN GRÁFICA	AUTOR
1	ENERGÍA EÓLICA	Es la energía generada por el viento; el viento mueve los rotores o molinos conectados a generadores de electricidad. La energía eólica es utilizada para mover grandes parques energéticos, también puede usarse la aplicación minieólica que mueve generadores de menos de 100 kW, lo que permite adaptarse a las necesidades de consumo de cada lugar en particular, que no necesita usar grandes cantidades o que sean áreas aisladas.		Myriam Quiroa, 09 de noviembre, 2019
2	ENERGÍA SOLAR	La energía solar es la que se obtiene del sol a través de la luz o el calor, este tipo de generación de energía tiene diversas formas de uso, algunos ejemplos: Solar Fotovoltaica: transforma en forma directa la radiación del sol y se convierte en electricidad, por medio de paneles fotovoltaicos. Solar Termoelectrica: también se conoce como termo solar, en este caso se aprovecha la energía solar para producir calor y con ella se puede calentar agua y cocinar alimentos. La energía del sol se concentra por medio del uso de espejos o lentes		Myriam Quiroa, 09 de noviembre, 2019
3	ENERGÍA BIOENERGÍA	El uso de materia orgánica produce esta forma de energía. Se produce mediante la combustión de desechos orgánicos de animales o vegetales, y es una forma económica y respetuosa con el medio ambiente de producir el movimiento de motores de combustión interna. Además de ser una fuente de energía, también produce energía eléctrica, agua caliente y calefacción.		Myriam Quiroa, 09 de noviembre, 2019
4	ENERGÍA HIDRÁULICA	La energía hidroeléctrica es la energía producida por el uso de corrientes de agua dulce o ríos. Se produce generalmente en presas y a través de la energía cinética generada por la fuerza del agua que mueve las turbinas que generan electricidad.		Myriam Quiroa, 09 de noviembre, 2019
5	ENERGÍA GEOMÉTRICA	Es la energía que se deposita en la tierra en forma de calor, que puede usarse para producir calor y energía eléctrica. Es accesible en yacimientos en el interior de la superficie terrestre, generalmente en volcanes, las 24 horas del día.		Myriam Quiroa, 09 de noviembre, 2019
6	ENERGÍA DE LOS OCEANOS	La energía de los océanos se puede generar a través de la fuerza de las mareas o las olas y convertirse en energía eléctrica. Se puede producir a través de fuentes térmicas, fotovoltaicas y termoelectricas.		Myriam Quiroa, 09 de noviembre, 2019

Fuente: Quiroga (2019).

Contexto geográfico del departamento del Quindío

El Quindío es uno de los departamentos de Colombia con menos población; sin embargo, es uno de los departamentos con más extensión geográfica del país; se encuentra ubicado en la región andina y hace parte de la reconocida región geográfica, cultural, económica y

ecológica llamada Eje Cafetero (Gobernación del Quindío). Su variada altitud, que oscila entre los 900 y los 4 750 metros sobre el nivel del mar, le confiere una diversidad climática que influye en la distribución de las lluvias y la exposición solar, factores cruciales para la generación de energía renovable a través de paneles solares. Según el DANE, el Quindío cuenta con una población de 539 640 habitantes y 38 instituciones educativas públicas distribuidas en todo el departamento, lo que crea un contexto favorable para la implementación de proyectos de energía solar en los colegios públicos.

Energía solar: una oportunidad para la sostenibilidad en el Quindío

El uso de paneles solares para generar energía eléctrica en las instituciones educativas públicas del Quindío no solo representa una oportunidad para reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales, sino que también ofrece beneficios ambientales al disminuir las emisiones de CO₂ y contribuir a la lucha contra el cambio climático. Además, las energías renovables permiten un uso más eficiente de los recursos, lo cual es fundamental en una región donde la sostenibilidad es clave para el desarrollo económico y social.

Enfoque del estudio de prefactibilidad de la implementación de energía solar en instituciones educativas públicas del Quindío

Al desarrollar el estudio de prefactibilidad para la implementación de energía solar en las escuelas públicas del departamento del Quindío se tendrán en cuenta las siguientes pautas:

- Explorar los principios de las energías renovables a través de paneles solares y su papel en la sostenibilidad, destacando la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la mitigación del cambio climático.

- Analizar, mediante casos de implementación exitosos a nivel local, con paneles solares y mejores prácticas que podrían aplicarse en el contexto colombiano.
- Profundizar en las políticas gubernamentales, los incentivos y las regulaciones que impactan la inversión en energías renovables en Colombia, e identificar cómo pueden influir en la prefactibilidad de un proyecto.
- Destacar la importancia de evaluar el impacto ambiental y social de los proyectos de energías renovables, incluyendo la mitigación de los impactos negativos y la promoción de beneficios locales en el departamento del Quindío.
- Abordar en detalle los métodos de análisis de costos y beneficios, que incluyen costos de inversión, costos operativos y beneficios financieros a lo largo de la vida útil del proyecto de energía renovable de paneles solares en los colegios públicos del departamento del Quindío.
- Identificar los riesgos asociados con los proyectos de energías renovables y las estrategias para mitigarlos, incluyendo la volatilidad de los precios, los riesgos tecnológicos y los riesgos ambientales.
- Explorar las opciones de financiamiento disponibles, como los préstamos, la inversión privada y las asociaciones público-privadas, y examinar diferentes modelos de negocio para la implementación de proyectos de energías renovables con paneles solares para los colegios públicos del departamento del Quindío.

Es un gran desafío para el departamento del Quindío, la Secretaría de Educación y la empresa de servicios públicos de energía del Quindío invertir en proyectos de energía renovable en

colegios públicos del departamento del Quindío con vistas hacia el futuro, ya que deben tener en cuenta los aspectos financieros, la coordinación con las comunidades locales, la estabilidad política, la económica, las evaluaciones de la eficiencia y la sostenibilidad.

Diseño metodológico

El siguiente es el diseño metodológico utilizado para llevar a cabo el estudio de prefactibilidad de la generación de energía solar en instituciones educativas públicas del departamento del Quindío.

Para comenzar, se recopilan datos preliminares sobre la ubicación geográfica de las escuelas públicas del Quindío y su infraestructura eléctrica actual, incluida su capacidad y su consumo de energía, para lo cual se consultará información en la Empresa de Energía del Departamento o directamente en las instituciones educativas públicas, tomando como referencia los dos últimos años, por cada municipio y precisando el consumo de cada una de las escuelas.

Posteriormente, tendremos en cuenta un análisis de viabilidad de la energía solar:

- Investigar los principios fundamentales de la energía solar y evaluar la viabilidad de esta fuente en el contexto específico del Quindío.
- Investigar las tecnologías disponibles para generar energía solar, como los paneles fotovoltaicos y los sistemas de concentración solar, tomando en cuenta los datos climáticos locales pertinentes.

Una vez determinada la viabilidad de la instalación de paneles solares, se elaborará un marco normativo que aborde la legislación y las regulaciones pertinentes para la implementación de proyectos de energía solar en escuelas públicas del Quindío. Este compendio abarcará la ley de servicios públicos domiciliarios, la ley de energía eléctrica, así como los demás reglamentos, resoluciones y leyes que aporten al análisis normativo tanto del sector eléctrico

como de la integración de las energías renovables no convencionales del Sistema Energético Nacional.

Mediante un estudio de mercado, determinaremos la demanda potencial de energía solar de las escuelas públicas del departamento, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Analizar la oferta de energía solar en la región, incluidos la competencia y los proveedores. La implementación de paneles solares puede ayudar a reducir la dependencia de los combustibles fósiles y contribuir a la lucha contra el cambio climático. Se investigarán datos sobre la irradiación solar y potenciales en capacidad y energía para las ciudades capitales de Colombia.
- Evaluar la viabilidad técnica de la instalación de sistemas de energía solar en las escuelas públicas, tomando en cuenta los costos y los beneficios en función de las necesidades y las características de cada institución.
- Se pretende suministrar e instalar sistemas solares fotovoltaicos en las instituciones educativas del departamento del Quindío, para lo cual es necesario hacer un estudio de las necesidades y la localización de las alternativas.
- Evaluar los efectos ambientales de los sistemas de energía solar propuestos con un enfoque en la sostenibilidad y los beneficios ambientales.
- Lograr un ahorro económico en la facturación por consumo eléctrico en beneficio de las instituciones educativas públicas traerá consigo grandes beneficios para el medioambiente y la biodiversidad de la zona y de la región.

- La generación de energía eléctrica con sistemas solares fotovoltaicos tiene como fuente principal el sol, un recurso infinito que irradia de manera suficiente en todos los lugares del planeta, no requiere de un suministro exterior, no consume combustible, ni necesita la presencia de otros recursos, como el agua o el viento, para hacerse visible. Lo anterior hace que el impacto sobre el medioambiente sea mínimo.
- Analizar los efectos sociales del proyecto en la comunidad escolar y otros grupos de interés. Los paneles fotovoltaicos para instalar no afectarán el entorno socioeconómico de la región en forma negativa, puesto que no obligan a trasladar a los habitantes hacia otros lugares ni deterioran la calidad del entorno ambiental ni del ambiente biótico que los circunda.

Mediante un análisis financiero se deberán identificar los costos de inversión inicial, así como los costos operativos y de mantenimiento a lo largo del tiempo. Además, se deben proyectar los ahorros de energía y el retorno de la inversión para determinar la viabilidad financiera del proyecto, que generará beneficios toda vez que se presenta un ahorro en los costos de energía generados a partir del desarrollo de las actividades misionales de las instituciones educativas que se busca beneficiar.

La sostenibilidad del proyecto la garantizará la Gobernación del Departamento del Quindío, mediante el ahorro en costos de energía, y se garantizará el mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas fotovoltaicos que se quiere instalar.

Identificar y evaluar los posibles riesgos, los obstáculos y sus posibles efectos en la implementación de proyectos de energía solar, proponiendo las estrategias de mitigación y los planes de contingencia que se implementarían.

Evaluar las capacidades institucionales y organizativas para la gestión y el mantenimiento de los sistemas de energía solar, así como la aceptación y el apoyo de la comunidad escolar y otras partes interesadas.

Se identificarán las fuentes de financiamiento, y se investigarán y seleccionarán las posibles fuentes de financiamiento para la implementación del proyecto, considerando opciones como préstamos, subsidios y el financiamiento público.

Como fuentes de información y consulta acudiremos a los ministerios de Minas y Energía, Educación y Medio Ambiente, así como a las secretarías de Educación y Medio Ambiente a nivel departamental y municipal, la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), bases de datos científicas y académicas, y proyectos anteriores similares, consultores y expertos del sector, universidades y centros de investigación, normatividad y legislación relacionada con proyectos de energía solar, observación directa, revisión documental, datos secundarios disponibles y mediciones y pruebas de campo.

Como referencias adicionales se toman reseñas de experiencias internacionales y mejores prácticas con energías renovables. También se estudian detalladamente los métodos de análisis de costos y beneficios, así como las opciones de financiamiento disponibles; se evalúa el entorno específico del Quindío, incluyendo factores como la radiación solar y la velocidad del viento, para determinar la idoneidad del sitio para el proyecto; y se abordan los

desafíos y las consideraciones específicas para compañías de energía en Colombia, como aspectos de financiamiento, coordinación con comunidades locales y estabilidad política y económica.

Desarrollo del trabajo

El presente capítulo aborda el estudio sectorial realizado en el marco del proyecto de prefactibilidad para la generación de energía solar en las escuelas públicas del departamento del Quindío. Se analizan diferentes aspectos fundamentales que proporcionan una visión integral del contexto energético, normativo, económico, ambiental y social de la región del Quindío.

Algunas variables clave para reconocer el problema son los índices de consumo en las instituciones educativas de los municipios no certificados del departamento de Quindío. El reporte lo realiza la empresa de energía del departamento, tomando como referencia los dos últimos años. Se evidencian costosos consumos de energía eléctrica, que se reflejan en costos significativos en la presentación del servicio de educación, y es por eso por lo que resulta vital lograr desarrollar soluciones que ayuden a disminuir los costos eléctricos y el impacto al medioambiente, sin que ello desmejore la calidad de la educación en las instituciones educativas. Enfrentar esta problemática requerirá una combinación de medidas, que van desde la actualización de la infraestructura y la tecnología, hasta la implementación de políticas y programas educativos que fomenten prácticas sostenibles. Además, es esencial involucrar a todas las partes interesadas, incluyendo el personal educativo, los administradores, los estudiantes y los proveedores de servicios energéticos, para lograr un cambio significativo hacia la eficiencia energética en las instituciones educativas del Quindío.

La Gobernación del Quindío, desde la Secretaría de Educación, en el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, “Colombia, Potencia Mundial de la Vida”, ordenó el proceso de

transición energética para reducir su dependencia de los combustibles fósiles y contribuir a la reducción de gases de efecto invernadero. El país se comprometió a reducir el 20 % de sus emisiones de GEI para el 2030.

La población afectada se compone de 36 157 estudiantes, reportados en el SIMAT a corte en el mes de noviembre del 2023.

La población objeto de la intervención consta de 12 375 estudiantes matriculados en 25 instituciones educativas oficiales, y corresponde a la información reportada en el SIMAT a corte en el mes de noviembre por la Secretaría de Educación Departamental. Los estudiantes se encuentran agrupados en las instituciones educativas oficiales en los 11 municipios no certificados en educación en el departamento que se quiere impactar.

Para la priorización de la población que se busca beneficiar se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Consumo energético
- Infraestructura
- Ubicación geográfica
- Población estudiantil
- Radiación ultravioleta y brillo solar
- Sectores urbano y rural.

Análisis sectorial

El sector energético está atravesando una transformación a nivel global, impulsada por la urgente necesidad de mitigar los efectos del cambio climático y de transitar hacia fuentes de energía más limpias y sostenibles. En este contexto, la energía solar ha emergido como una de las alternativas más viables y atractivas, no solo por su disponibilidad y su carácter renovable, sino también por los avances tecnológicos que han permitido reducir significativamente los costos de su implementación. Países de todo el mundo, incluyendo Colombia, han reconocido el potencial de las energías renovables y han establecido marcos normativos y políticas públicas para promover su adopción.

Colombia, con su ubicación geográfica privilegiada y su alta radiación solar en diversas regiones, ha iniciado una transición hacia un sistema energético más diversificado y sostenible, alineándose con las metas globales de reducción de emisiones. La implementación de sistemas de energía solar en escuelas públicas de departamentos como el Quindío representa una oportunidad clave para avanzar en esta transición. Al combinar la producción de energía limpia con una reducción en los costos operativos de las instituciones educativas se promueve no solo la sostenibilidad ambiental, sino también el fortalecimiento del sector educativo.

Este estudio sectorial tiene como objetivo analizar el entorno en el que se enmarca el proyecto de prefactibilidad para la generación de energía solar en las escuelas públicas del Quindío. A través del análisis PESTEL (político, económico, social, tecnológico, ecológico y legal), se evaluarán los factores externos que influyen en el desarrollo de proyectos de energía solar a nivel macro y cómo estos impactan la viabilidad del proyecto en el contexto colombiano y

regional. Este análisis no solo permite comprender el panorama actual del sector energético en Colombia, sino también identificar oportunidades y desafíos clave para la implementación efectiva de energía solar en el sistema educativo público.

El análisis PESTEL constituye una herramienta esencial para evaluar los elementos más relevantes que pueden influir en el éxito del proyecto. Desde los incentivos y las regulaciones políticas vigentes que fomentan la adopción de energías renovables, hasta el impacto social y económico que la implementación de sistemas solares puede tener en las escuelas y en las comunidades locales, este análisis proporcionará una visión integral del entorno en el que se desarrollará el proyecto. Asimismo, se examinarán los avances tecnológicos, las oportunidades de financiamiento y los marcos legales que facilitan o limitan el despliegue de este tipo de infraestructuras.

A continuación, se presenta el análisis detallado de los factores que componen el entorno en el que se desarrollará este proyecto, con el fin de sentar las bases para la evaluación de la viabilidad de la generación de energía solar en las escuelas públicas del departamento del Quindío.

Político

El marco regulatorio colombiano ha avanzado considerablemente en los últimos años para apoyar el desarrollo de energías renovables, incluyendo la energía solar. Leyes como la Ley 1715 de 2014 y la Ley 2099 de 2021 han establecido incentivos para la implementación de tecnologías limpias y la diversificación de la matriz energética. A nivel local, el Quindío también se ha alineado con estas políticas, integrando en sus planes de desarrollo iniciativas

que buscan promover la sostenibilidad y la utilización de energías alternativas en sectores como el de la educación pública. La estabilidad política y el compromiso del gobierno nacional con la transición energética ofrecen un entorno propicio para la implementación de este tipo de proyectos.

- A. **Ley 2099 de 2021-transición energética:** Esta ley complementa la Ley 1715 y establece el Régimen de Transición Energética en Colombia, creando un marco de incentivos y regulación para promover la diversificación de la matriz energética y acelerar la transición hacia energías renovables, como la solar. Además, fomenta la creación de Zonas No Interconectadas con energías limpias, que es relevante para las áreas rurales del Quindío que puedan tener dificultades con respecto al acceso continuo a la energía eléctrica.

- B. **Plan Nacional de Energía Renovable a Largo Plazo:** En el plan 2020-2030, el gobierno tiene metas ambiciosas para aumentar la participación de las energías renovables no convencionales (ERNC) en la matriz energética. Actualmente, las ERNC representan el 8 % de la capacidad instalada total, pero se proyecta un incremento del 12 % al 14 % para 2030, lo que impulsa la adopción de proyectos solares en sectores públicos.

- C. **Apoyo internacional:** Colombia ha recibido apoyo del Fondo Verde para el Clima (GCF) y otros fondos internacionales, destinados a la implementación de proyectos de energía renovable en áreas rurales y zonas vulnerables, lo que puede ser un recurso para financiar los sistemas solares en las escuelas públicas del Quindío.

El presente estudio político hace referencia a las decisiones y las políticas del gobierno que influyen en el sector energético y que pueden apoyar o dificultar la implementación de proyectos de energía solar.

En Colombia, la integración de fuentes no convencionales de energía renovable está regulada principalmente por la Ley 1715 de 2014, la cual establece las disposiciones para la promoción y el desarrollo de las energías renovables. Esta ley proporciona el marco general para la implementación de sistemas solares fotovoltaicos en edificaciones públicas, como las escuelas. Es crucial entender cómo esta legislación se aplica a nivel nacional y su interpretación en el ámbito regional del Quindío.

Entre las regulaciones sobre la conexión a la red eléctrica se encuentra la Resolución CREG 030 de 2019, la cual establece las condiciones técnicas y administrativas para la conexión de generadores de energía renovable al sistema eléctrico nacional en Colombia. Esta normativa es crucial para entender los requisitos específicos que deben cumplirse para la conexión de sistemas solares fotovoltaicos a la red eléctrica nacional, asegurando así la operación segura y eficiente del proyecto.

Los aspectos importantes del marco regulatorio para proyectos de energía que se deben tener en cuenta para la implementación de un estudio de prefactibilidad para proyectos de energía solar son los siguientes:

Políticas gubernamentales:

El gobierno colombiano ha establecido diversas políticas para promover el uso de energías renovables en edificaciones públicas, incluyendo las escuelas públicas del país. Se destaca la Ley 1715 de 2014, que regula la integración de energías renovables no convencionales al

sistema energético nacional. Además, se analizan la coherencia y la consistencia de estas políticas en el contexto específico del departamento del Quindío.

Incentivos y subsidios:

Existen incentivos financieros proporcionados por el gobierno colombiano para proyectos de energía solar, como el Programa de Energías Renovables para la Generación Distribuida (PERGD). Se debe evaluar la aplicabilidad de estos incentivos a las escuelas públicas del Quindío y su disponibilidad y su acceso en el sector educativo.

Estabilidad política y marco regulatorio:

Es crucial analizar la estabilidad política en Colombia y cómo podría afectar la implementación de proyectos de energía solar a largo plazo. Se examina el marco regulatorio específico para la generación de energía solar en edificios públicos, incluyendo los requisitos legales, los permisos y los procedimientos, y la evaluación de los riesgos y los desafíos asociados con posibles cambios en el marco regulatorio o en la política energética nacional.

En el análisis sectorial proporcionamos una base sólida para el desarrollo del estudio de prefactibilidad, permitiendo identificar los aspectos políticos y regulatorios clave que impactan la implementación del proyecto de energía solar en las escuelas públicas del departamento del Quindío.

Económico

El contexto económico en Colombia favorece la adopción de energía solar, debido a la reducción sostenida de los costos de los sistemas fotovoltaicos y a los incentivos económicos que apoyan su implementación. Además, la creciente demanda de energía y el incremento en las tarifas de electricidad hacen que la inversión en energías renovables sea una opción cada

vez más atractiva. En el Quindío, las escuelas públicas podrían beneficiarse económicamente a largo plazo mediante la reducción de costos operativos y el acceso a financiación preferencial para proyectos de sostenibilidad. Este entorno económico es clave para evaluar la viabilidad del proyecto de generación solar en la región.

Costos de la energía en Colombia:

Según el Sistema de Información de Promoción de Energía Renovable (SIPER), el precio de la energía eléctrica en Colombia ha aumentado un 5,9 % anual en promedio desde el 2018, debido a la dependencia de fuentes fósiles y los efectos del fenómeno de El Niño, lo que subraya la importancia de buscar alternativas más baratas, como la solar.

Ahorros estimados en energía solar:

Un estudio reciente del Centro Nacional de Energías Renovables de Colombia (CENER) indicó que, para una escuela pública de tamaño promedio (con consumo anual de 20 MWh), la energía solar podría generar ahorros anuales de hasta 10 millones COP por institución. Además, a nivel macro, estos ahorros se traducen en una reducción significativa en los presupuestos educativos departamentales, lo que puede redirigirse hacia la infraestructura o la tecnología educativa.

Subvenciones y créditos:

El Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE) tiene una línea de crédito especializada para proyectos de energías renovables en entidades públicas, con tasas de interés preferenciales y largos períodos de gracia para permitir que proyectos de bajo presupuesto, como el de las escuelas públicas, sean más accesibles.

Proyección de demanda con energía solar:

A continuación, se presenta la evaluación de la demanda histórica y proyectada de energía eléctrica en Colombia, con el objetivo de analizar la viabilidad de implementar sistemas fotovoltaicos en las instituciones educativas.

En el 2022, la demanda mensual promedio fue de 6 388 GWh, con una demanda diaria de 210,02 GWh. Hubo una clara diferenciación en el consumo entre el primer semestre, con un promedio de 6 292 GWh/mes (208,58 GWh/día), y el segundo semestre, en el que la demanda aumentó a 6 485 GWh/mes (211,46 GWh/día), lo que representa un crecimiento promedio mensual del 3,1 %. Este aumento estuvo influenciado en parte por el fin de la emergencia sanitaria, que impulsó un alza en la demanda tras la eliminación de las restricciones.

En el 2023, la demanda mensual promedio subió a 6 665 GWh (219,12 GWh/día), mostrando un crecimiento mensual promedio del 4,3 % con respecto al año anterior. Durante este año, se observó una variación significativa en la demanda entre períodos: de enero a abril, la demanda promedio fue de 6 352 GWh/mes, con un crecimiento mensual del 1,8 %, mientras que de mayo a diciembre, debido al fenómeno de El Niño, la demanda promedio alcanzó los 6 822 GWh/mes, con un crecimiento mensual del 5,6 %. Este fenómeno climático incrementó el consumo energético, especialmente en el segundo semestre, como resultado de mayores temperaturas y periodos de sequía.

Para el primer trimestre de 2024, la demanda mensual promedio continuó en ascenso, alcanzando los 6 837 GWh (225,41 GWh/día), lo que refleja un crecimiento mensual promedio del 7,8 % en comparación con el mismo período del 2023. Cabe destacar que, en

el primer trimestre del 2023, la tasa de crecimiento mensual fue de 1,9 %, lo que evidencia una aceleración notable en el consumo energético en el 2024.

Ilustración 4. Demanda mensual de energía eléctrica



Gráfica 1. Demanda mensual de energía eléctrica en el SIN a 2024p²

Fuente: UPME, Base de Datos XM (junio 17), 2024

Demanda de energía eléctrica en el MR y el MNR en Colombia

Entre enero y marzo del 2024, la demanda promedio mensual en el mercado regulado (MR) alcanzó los 4 707 GWh (155,18 GWh/día), reflejando un crecimiento mensual promedio del 11,59 % en comparación con el mismo período del 2023. Este aumento significativo se atribuye al fenómeno de El Niño, que incrementó la temperatura, provocando un alza en el consumo de aire acondicionado y ventiladores. La participación del MR en el total de la demanda también ha crecido, consolidando su importancia en el sistema energético nacional.

En contraste, la demanda promedio mensual en el mercado no regulado (MNR) fue de 2 092 GWh (68,95 GWh/día), con un crecimiento mensual promedio leve del 0,13 %, frente al mismo periodo del año anterior. Este mercado mostró una reducción en el crecimiento de aproximadamente 3,88 puntos porcentuales y una disminución en su participación de 2,36 puntos porcentuales en comparación con el primer trimestre del 2023.

Los datos nacionales del DANE para el periodo Q1/2023-Q1/2024 revelan una alta correlación entre el crecimiento económico y la demanda del MNR en las regiones del oriente (89,9 %), el suroccidente (79,7 %) y el nordeste (68,8 %), explicando el 65,08 % de la demanda en este mercado. Asimismo, se observaron correlaciones significativas entre la demanda y las variaciones de temperatura en Antioquia (86,5 %) y el Caribe (40,2 %), que representan el 34,92 % de la demanda. Estos resultados sugieren que la demanda en el MNR está principalmente influenciada por el crecimiento económico, y en menor medida, por las condiciones de temperatura.

Por otro lado, la demanda en el MR presenta una alta correlación con las variaciones de temperatura en todas las regiones, con las siguientes relaciones: 98,7 % en el nordeste, 98,1 % en el Caribe, 89,2 % en Antioquia, 88,3 % en el Suroccidente, y 62,8 % en el oriente. Esto indica que el MR está estrechamente vinculado con los cambios en la temperatura, lo que subraya la importancia de considerar los factores climáticos en el análisis de la demanda energética en este mercado.

Ilustración 5. Evolución de la demanda de las áreas eléctricas para cada uno de los mercados

1° trimestre 2024	Demanda trimestral de energía eléctrica (GWh-trimestre)		Crecimiento trimestre anual (%)	
	MR	MNR	MR	MNR
Caribe	4.272	1.375	16,66%	-3,08%
Oriente	3.240	1.574	5,62%	2,58%
Suroccidente	2.908	1.211	13,75%	-2,32%
Antioquia	2.079	811	8,35%	6,00%
Nordeste	1.622	1.305	11,70%	-0,97%
Total Nacional (SIN)	14.122	6.275	11,57%	0,00%

Fuente: UPME, Base de Datos XM (abril 11), 2024.

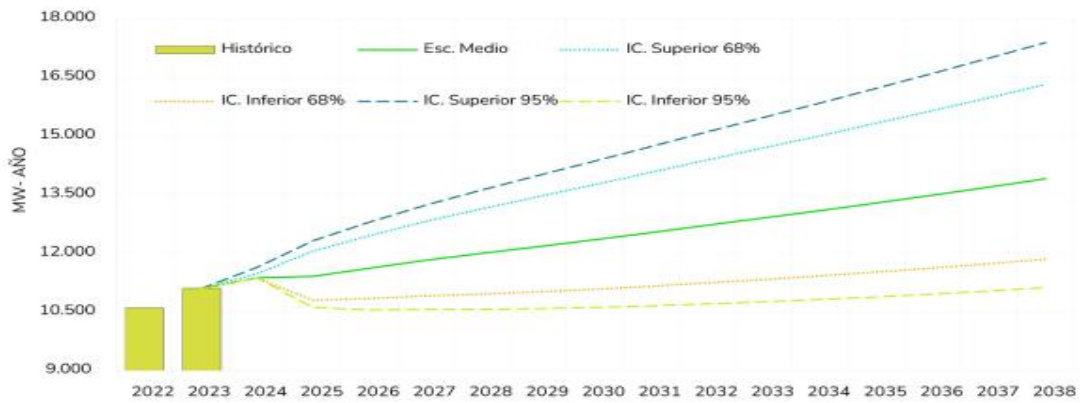
Ilustración 6. Comparación de proyecciones de demanda de la UPME Rev



Proyección de la demanda de potencia máxima

Los resultados obtenidos indican que, para el periodo 2024-2038, la demanda de potencia máxima del SIN (excluyendo GCE) podría presentar un crecimiento anual promedio de 1,51 %, con una probabilidad del 21 % en el escenario medio.

Ilustración 7. Proyección anual de demanda de potencia máxima (MW-año) sin GCE

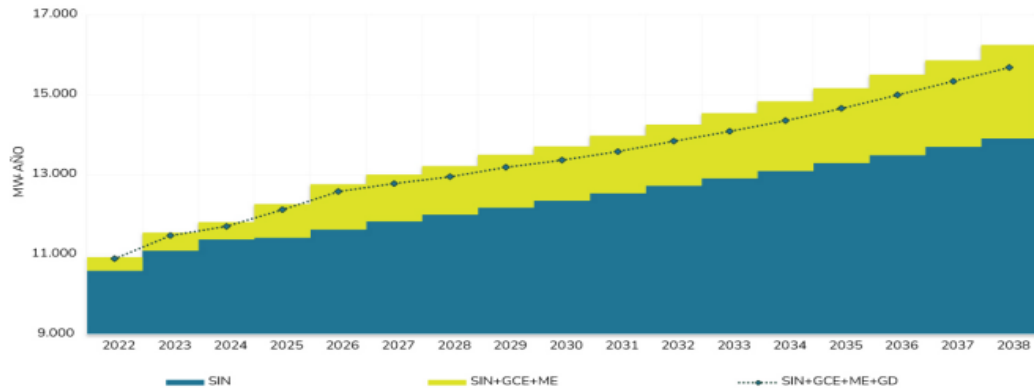


Fuente: UPME, Base de Datos XM (2024).

Se estima que la demanda de potencia máxima, al incluir GCE y ME en un escenario tendencial, podría mostrar un crecimiento promedio anual entre 1,51 % y 4,04 % para el periodo 2023-2037. Si a esta demanda se incorpora la GD, el crecimiento promedio anual se reduciría a un rango entre 0,05 % y 0,35 % (ver ilustración 14).

Es importante señalar que esta proyección considera la tendencia actual de vehículos eléctricos y la incorporación de GD. Sería conveniente realizar estudios adicionales para evaluar el impacto en la potencia máxima de la implementación de las metas de la NDC para electromovilidad, así como la expansión de techos solares, dados los altos niveles de potencial identificados en el país por el PNUMA.

Ilustración 8. Proyección anual de demanda de potencia máxima (MW-año)



Fuente: UPME, Base de Datos XM (2024).

Ilustración 9. Proyección de la demanda de potencia máxima (MW-año)

	SIN (MW-año)				
	Esc. Medio	IC Superior 95%	IC Inferior 95%	IC Superior 68%	IC Inferior 68%
2024	11.380	11.644	11.380	11.484	11.380
2025	11.419	12.332	10.620	12.065	10.807
2026	11.626	12.803	10.558	12.457	10.851
2027	11.831	13.241	10.571	12.824	10.915
2028	12.005	13.627	10.576	13.145	10.964
2029	12.177	13.999	10.592	13.455	11.020
2030	12.352	14.367	10.620	13.763	11.086
2031	12.538	14.741	10.664	14.078	11.166
2032	12.726	15.115	10.715	14.394	11.252
2033	12.911	15.481	10.767	14.703	11.337
2034	13.098	15.850	10.825	15.014	11.427
2035	13.295	16.228	10.893	15.334	11.527
2036	13.494	16.608	10.964	15.657	11.631
2037	13.701	16.998	11.044	15.988	11.742
2038	13.913	17.395	11.129	16.325	11.858

Fuente: UPME (2024).

Ilustración 10. Proyección de la demanda de potencia máxima - Escenario medio (MW-año)

	SIN (MW-año)				
	Caribe	Oriente	Suroccidente	Antioquia	Nordeste
2024	2.827	2.587	2.565	1.654	1.306
2025	2.888	2.649	2.594	1.631	1.311
2026	2.964	2.697	2.618	1.643	1.339
2027	3.060	2.735	2.643	1.656	1.370
2028	3.161	2.756	2.656	1.667	1.398
2029	3.268	2.775	2.666	1.677	1.425
2030	3.384	2.789	2.676	1.688	1.453
2031	3.508	2.803	2.687	1.701	1.477
2032	3.635	2.816	2.698	1.713	1.504
2033	3.766	2.825	2.707	1.725	1.531
2034	3.901	2.830	2.714	1.737	1.559
2035	4.041	2.838	2.724	1.749	1.588
2036	4.183	2.846	2.734	1.761	1.618
2037	4.329	2.854	2.743	1.773	1.649
2038	4.478	2.863	2.754	1.786	1.681

Fuente: UPME (2024).

La matriz energética de Colombia en el 2023 muestra una fuerte dependencia de la generación hidráulica, que representa el 66,83 % de la capacidad total. Aunque esta fuente es renovable, el país enfrenta riesgos en épocas de sequía que podrían afectar su estabilidad energética. La energía térmica aporta un 30,56 %, actuando como respaldo en periodos de baja hidrología, aunque a costa de mayores emisiones de CO₂. Las energías solar y eólica tienen una participación limitada, con solo el 1,58 %, mientras que la cogeneración representa el 1,03 %. Este bajo aporte de energías renovables no convencionales señala una oportunidad de expansión que ayudaría a diversificar la matriz y reducir la huella de carbono. Incrementar la inversión en fuentes como la solar y eólica sería clave para avanzar hacia una matriz energética más sostenible y resiliente.

Social

El impulso hacia energías limpias tiene un impacto positivo en la conciencia social sobre la sostenibilidad y el cambio climático. En Colombia, y particularmente en el Quindío, una región con una rica biodiversidad y un enfoque creciente en el ecoturismo, la adopción de tecnologías solares en las escuelas públicas puede generar beneficios tangibles no solo en términos educativos, sino también en relación con el desarrollo de comunidades más sostenibles. El acceso a electricidad confiable en áreas rurales también puede mejorar la calidad de vida y el acceso a servicios educativos de mayor calidad, impactando a miles de estudiantes.

Al elaborar un estudio sectorial social para el estudio de prefactibilidad de la implementación de un proyecto de generación de energía solar en las escuelas públicas del departamento del Quindío, es fundamental abordar la aceptación y la percepción de la población del departamento del Quindío; para evaluar la aceptación y la percepción de la comunidad educativa (estudiantes, docentes, padres) sobre el uso de energía solar, se van a implementar metodologías participativas como encuestas estructuradas, grupos focales y entrevistas individuales, y se analizarán estudios de casos y literatura relevante sobre la implementación de energías renovables en los contextos educativos. Con estas técnicas captaremos variedad de opiniones y actitudes respecto a la adopción de tecnologías renovables en el entorno para el departamento del Quindío.

También se analizan los efectos sociales del proyecto en la comunidad escolar y otros grupos de interés. Se resalta que la instalación de paneles fotovoltaicos no afectará negativamente el entorno socioeconómico de la región y no implicará la reubicación de los habitantes.

El departamento del Quindío, por intermedio de la Secretaría de Educación Departamental, en el proceso de transición energética, será el encargado de comunicar a los directivos, docentes y administrativos de los establecimientos educativos dónde se desarrollarán las soluciones de energía renovable.

Impacto en las comunidades rurales:

Según un informe del Ministerio de Minas y Energía (2022), las áreas rurales del Quindío presentan un mayor índice de pobreza energética, lo que significa que el acceso a una energía asequible y confiable es limitado. La instalación de energía solar en las escuelas no solo mejoraría el acceso a la electricidad para la educación, sino que también serviría como modelo de desarrollo sostenible para las comunidades.

Educación y conciencia ambiental:

En el 2021, el Ministerio de Educación implementó programas de sostenibilidad en 500 escuelas públicas en todo el país, que incluyen la enseñanza de energías renovables. La adopción de paneles solares en las escuelas del Quindío podría servir como un laboratorio viviente donde los estudiantes aprenden sobre la tecnología limpia y sus beneficios, impulsando un cambio cultural hacia la sostenibilidad entre las generaciones más jóvenes.

Cohesión social y empoderamiento comunitario:

La instalación de sistemas solares puede ser vista como un proyecto comunitario. En muchos casos, las comunidades locales se involucran en la instalación y el mantenimiento, lo que permite crear empleos locales y fomentar un sentido de pertenencia y orgullo por la adopción de tecnologías limpias. Según la FAO, el desarrollo de proyectos de energía renovable en zonas rurales tiende a mejorar el bienestar social al reducir la desigualdad energética.

Tecnológico

Los avances tecnológicos en la eficiencia de los paneles solares y los sistemas de almacenamiento de energía hacen que las soluciones solares sean más viables y accesibles. En Colombia, estos avances se han visto reflejados en la adopción de tecnologías solares en distintas regiones del país, y el Quindío no es una excepción. La infraestructura educativa puede beneficiarse de la tecnología solar para reducir los costos de operación y garantizar un suministro de energía constante, mejorando la sostenibilidad de las escuelas públicas. Estos avances, junto con el desarrollo de herramientas de monitoreo y mantenimiento remoto, facilitan la implementación y la operación de sistemas solares en el largo plazo.

En el estudio sectorial tecnológico, vamos a considerar algunos aspectos clave: las tecnologías de generación de energía solar disponibles en el mercado, para evaluar las tecnologías disponibles, para lo cual será necesario revisar las características, la eficiencia y los costos de los paneles fotovoltaicos, los inversores, los sistemas de montaje y los equipos de monitoreo. Se debe priorizar la selección de tecnologías que maximicen la eficiencia energética y la durabilidad, adecuándose a las condiciones específicas del departamento del Quindío.

Avances tecnológicos en el sector de las energías renovables:

Es crucial estar al tanto de los avances tecnológicos en el sector de las energías renovables, especialmente en términos de eficiencia de los paneles solares, el almacenamiento de energía y los sistemas de gestión y optimización de energía. Estos avances pueden influir significativamente en la viabilidad y la rentabilidad del proyecto a largo plazo.

Acceso a proveedores y distribuidores de equipos solares en la región:

Evaluar la disponibilidad y la accesibilidad a los proveedores y los distribuidores locales de equipos solares es crucial para asegurar la adquisición oportuna de tecnología de calidad y el soporte técnico adecuado. Se deben establecer relaciones estratégicas con proveedores confiables que oferten garantías y servicios posventa adecuados, y se deben investigar y comparar las especificaciones técnicas, el rendimiento y los costos de diferentes tecnologías fotovoltaicas y equipos complementarios.

Integración con redes eléctricas existentes:

La implementación de sistemas solares en las escuelas públicas puede ser completamente integrada con la red eléctrica a través de la generación distribuida, lo cual está permitido por la Ley 1715. Esto no solo significa que la energía generada en las escuelas puede reducir su consumo, sino que el exceso de energía podría ser inyectado a la red eléctrica local, beneficiando a la comunidad circundante.

Baterías y almacenamiento de energía:

Un aspecto tecnológico clave es el almacenamiento de energía solar. Las baterías de litio han experimentado una reducción en costos de casi el 80 % en la última década, según un reporte de BloombergNEF. En Colombia, estos sistemas están siendo cada vez más accesibles, lo que permite que las escuelas cuenten con electricidad incluso en horas de baja radiación solar o durante los apagones, y esto resulta crucial en las áreas rurales con suministro irregular.

Monitoreo y mantenimiento remoto:

Existen tecnologías avanzadas de monitoreo remoto que permiten evaluar la eficiencia de los sistemas solares en tiempo real. Empresas como Celsia y EPM ya ofrecen soluciones en

Colombia para el mantenimiento preventivo y correctivo, lo que minimiza las interrupciones y optimiza la producción de energía.

Estudio ambiental

Se analizaron los efectos ambientales de los sistemas de energía solar propuestos, con un enfoque en la sostenibilidad y los beneficios ambientales. Se destacó el impacto mínimo sobre el medioambiente debido a la fuente principal de energía solar, que no requiere de recursos no renovables ni genera emisiones contaminantes.

La generación de energía eléctrica con sistemas solares fotovoltaicos tiene como fuente principal el sol, un recurso infinito que irradia de manera suficiente en todos los lugares del planeta, no requiere de un suministro exterior, no consume combustible, ni necesita la presencia de otros recursos, como el agua o el viento, para hacerse visible. Lo anterior hace que el impacto sobre el medioambiente sea mínimo.

El impacto ambiental de la generación de energía solar en comparación con fuentes convencionales es un aspecto decisivo para considerar que los proyectos solares de energías renovables en las escuelas públicas del departamento del Quindío generan múltiples beneficios ecológicos para el departamento del cual se muestran los siguientes comparativos.

Las emisiones de gases de efecto invernadero:

La generación de energía solar fotovoltaica tiene un impacto significativamente menor en la emisión de gases de efecto invernadero en comparación con las fuentes convencionales como el carbón, el gas natural y el petróleo. Mientras que las centrales térmicas convencionales emiten grandes cantidades de CO₂ y otros gases contaminantes durante la combustión de

combustibles fósiles, los sistemas solares no generan emisiones directas durante su operación. Esto contribuye de manera directa a la mitigación del cambio climático y la reducción de la huella de carbono del sector energético local.

Los sistemas solares fotovoltaicos ofrecen una solución sostenible a largo plazo para el suministro de energía eléctrica en las escuelas públicas del Quindío. La vida útil de los paneles solares es prolongada (usualmente de 25 años o más), durante los cuales requieren un mantenimiento mínimo y no generan residuos peligrosos. Además, la capacidad de ampliar gradualmente los sistemas existentes permite adaptarse a las crecientes demandas energéticas de las instituciones educativas sin comprometer los recursos naturales ni aumentar las emisiones de GEI.

Potencial de reducción de emisiones:

Según cálculos del Instituto Humboldt, cada sistema de 10 kWp instalado en una escuela puede reducir las emisiones de carbono en hasta 15 toneladas por año, lo que es equivalente a plantar alrededor de 700 árboles. Multiplicando esto por el número de escuelas en el Quindío, el impacto ambiental positivo es considerable.

Biodiversidad y energía renovable:

El Quindío es una región rica en biodiversidad. La adopción de energías limpias, como la solar, reduce la necesidad de construir infraestructuras energéticas contaminantes, como plantas térmicas o hidroeléctricas que alteran los ecosistemas. Esto se alinea con los objetivos de conservación ambiental del departamento y su enfoque en el ecoturismo y el desarrollo sostenible.

Reemplazo de combustibles fósiles:

Actualmente, la mayor parte de la electricidad en Colombia proviene de hidroeléctricas y fuentes fósiles (petróleo y gas). La energía solar contribuye a reducir la dependencia de estas fuentes y, en zonas como el Quindío, donde la biodiversidad es crítica, las fuentes de energía limpia ayudan a preservar los entornos naturales y minimizan el impacto ambiental.

Estudio legal

El marco legal colombiano establece normativas claras para la promoción y la adopción de energías renovables, incluyendo los incentivos fiscales, los subsidios y regulaciones que facilitan la integración de sistemas de generación distribuida como la solar. En el Quindío, al ser un departamento con un fuerte enfoque en el desarrollo sostenible, las políticas locales están alineadas con las normativas nacionales, lo que facilita la ejecución de proyectos de energía solar en entidades públicas. Sin embargo, los procesos de licitación y la necesidad de cumplir con las normativas ambientales y de contratación pública son aspectos clave que se deben considerar en el desarrollo de estos proyectos.

Normativa para la generación distribuida:

Según la Resolución CREG 030 de 2018, las entidades públicas pueden instalar sistemas de generación distribuida (como paneles solares) y vender los excedentes de energía a la red. Esto puede ser una fuente adicional de ingresos para las escuelas, al permitir que vendan el exceso de electricidad producido durante los períodos de bajo consumo.

Procesos de licitación pública:

La Ley 80 de 1993 establece que cualquier entidad pública debe realizar un proceso de licitación transparente para la contratación de servicios de instalación de sistemas solares. Sin embargo, existen mecanismos como las alianzas público-privadas (APP) que pueden agilizar estos procesos y permitir que empresas privadas se asocien con el sector público para financiar y desarrollar estos proyectos.

Cumplimiento de normativas ambientales:

Todos los proyectos de energía solar deben cumplir con las regulaciones de impacto ambiental establecidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, aunque los proyectos de energías renovables, especialmente solares, suelen tener impactos ambientales mínimos y pueden beneficiarse de licencias ambientales simplificadas.

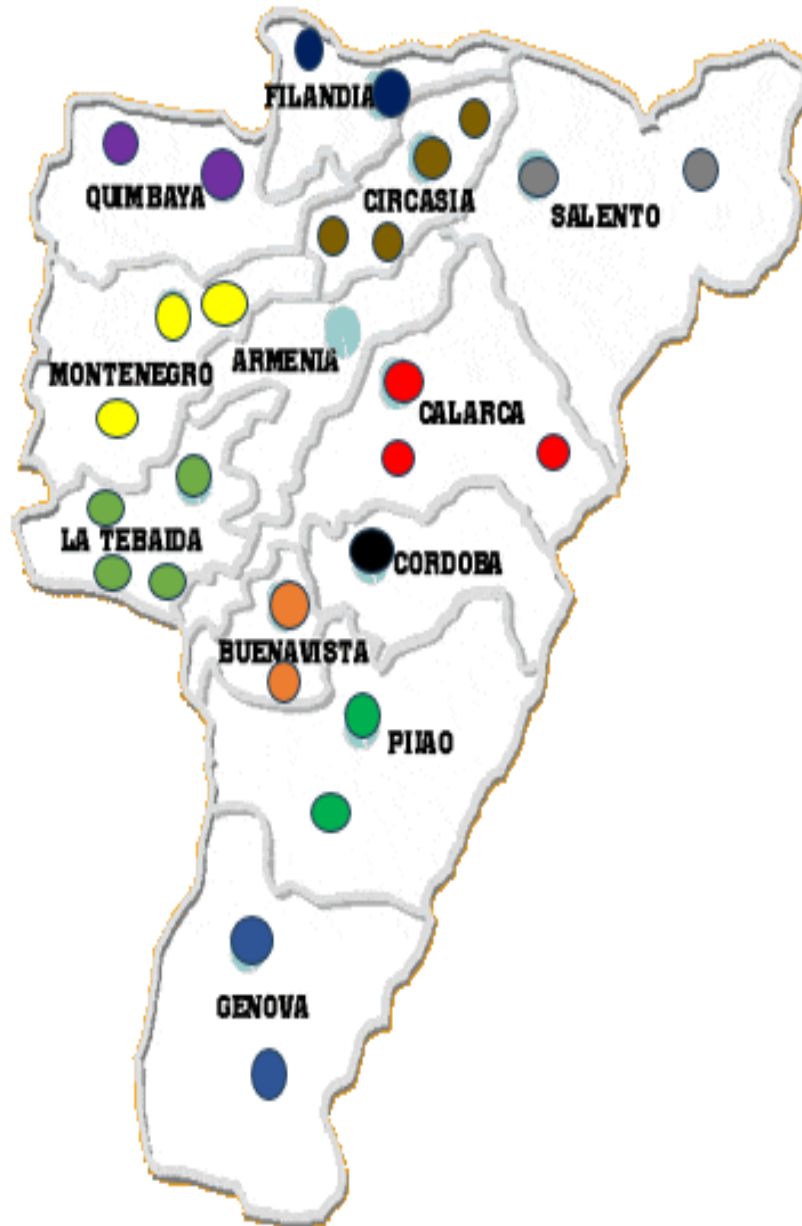
Las instituciones educativas públicas del Quindío están exentas del pago de impuestos debido a su naturaleza estatal y su función educativa. Estas entidades son financiadas principalmente con recursos públicos y no generan ingresos gravables que las obliguen a tributar. No obstante, los colegios públicos deben cumplir con ciertas obligaciones fiscales, como la retención en la fuente, cuando contratan servicios o adquieren bienes de terceros.

Estudio de mercado

Este capítulo tiene como objetivo analizar los principales factores que influirán en la viabilidad y el éxito del proyecto de implementación de sistemas de energía solar en 27 colegios públicos del departamento del Quindío. Se abordarán aspectos clave como la demanda energética actual de los colegios, la proyección de esa demanda con energía solar

y los costos involucrados tanto en el uso de energía convencional como en la implementación de energía renovable. Además, se identificarán los principales canales de comercialización de los sistemas fotovoltaicos, los competidores en el mercado de las energías renovables y los tipos de paneles más adecuados para el proyecto, ofreciendo un análisis comparativo entre las soluciones energéticas disponibles para determinar las ventajas económicas y ambientales que la energía solar aportaría a las instituciones educativas. Actualmente, el departamento del Quindío cuenta con 54 instituciones educativas oficiales, de las cuales se seleccionaron 27 escuelas públicas para el estudio de prefactibilidad. Para la selección de las instituciones educativas, se eligieron escuelas de los municipios sin incluir a la capital (Armenia), donde se evaluaron factores como la necesidad socioeconómica, la ubicación y el tipo de materiales de construcción, para asegurar que las instalaciones sean adecuadas para la colocación de paneles solares.







Ilustración 11. Mapa político del Quindío



A continuación, se presenta un resumen de las características estructurales y arquitectónicas de las 27 instituciones educativas del departamento del Quindío, destacando los aspectos clave que determinan la viabilidad para la instalación de paneles solares en cada una de ellas.

Tabla 1. Instituciones educativas públicas del Quindío

N	ESCUELA	ÁREA	ESTRUCTURA FÍSICA	DESCRIPCIÓN GENERAL	REGISTRO FOTOGRÁFICO
1	INSTITUCIÓN EDUCATIVA LUIS ARANGO CARDONA	Urbana	Estructura: Pórtico Cerchado: Acero Cubierta: Eternit Paredes: Estuco/pintura	La Institución Educativa Luis Arango Cardona se encuentra localizada en el casco urbano del municipio de La Tebaida. Cuenta con dos pisos, zonas de juego y amplias zonas verdes.	
2	INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO LA TEBAIDA	Urbana	Estructura: Confinado Cerchado: Acero Cubierta: Eternit Paredes: Vista	La Institución Educativa Instituto La Tebaida se encuentra localizada en el casco urbano del municipio de La Tebaida. Cuenta con un piso, zonas de juego y amplias zonas verdes.	
3	INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO NARIÑO	Urbana	Estructura: Pórtico Cerchado: Perfilera Cubierta: Metálica Paredes: Estuco/pintura	La Institución Educativa Antonio Nariño se encuentra localizada en el casco urbano del municipio de La Tebaida. Cuenta con un piso, zonas de juego y amplias zonas verdes.	

<p>4</p> 	<p>INSTITUCIÓN EDUCATIVA GABRIELA MISTRAL</p>	<p>Urbana</p>	<p>Estructura: Pórtico Cerchado: Perfilería Cubierta: Metálica Paredes: Estuco/pintura</p>	<p>La Institución Educativa Gabriela Mistral se encuentra localizada en el casco urbano del municipio de La Tebaida. Cuenta con dos pisos, zonas de juego y amplias zonas verdes.</p>	
<p>5</p> 	<p>INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO MONTENEGRO</p>	<p>Urbana</p>	<p>Estructura: Mixto Cerchado: Acero Cubierta: Eternit Paredes: Estuco/pintura</p>	<p>La Institución Educativa Instituto Montenegro se encuentra localizada en el casco urbano del municipio de Montenegro. Cuenta con edificaciones de un piso y dos pisos, acceso para personas con movilidad reducida, zonas de juego y zonas verdes.</p>	
<p>6</p> 	<p>ESCUELA LOS FUNDADORES</p>	<p>Urbana</p>	<p>Estructura: Confinado Cerchado: Acero Cubierta: Eternit Paredes: Ladrillo a la vista</p>	<p>La Escuela Los Fundadores se encuentra localizada en el casco urbano del municipio de Montenegro. Cuenta con edificaciones de un piso y dos pisos para aulas y administrativos, cancha bajo cubierta, zonas de juego y zonas verdes</p>	

					
7 ●	COLEGIO SANTA MARÍA DE GORETTI	Urbana	<p>Estructura: Pórtico Cerchado: Perfilería Cubierta: Eternit Paredes: Ladrillo a la vista</p>	<p>El Colegio Santa María de Goretti se encuentra localizado en el municipio de Montenegro. Cuenta con edificaciones de un piso y dos pisos para aulas y administrativos, cancha bajo cubierta, zonas de juego y zonas verdes.</p>	
8 ●	INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO QUIMBAYA	Rural	<p>Estructura: Metálica Cerchado: Perfilería Cubierta: Metálica Paredes: Board</p>	<p>La Institución Educativa Instituto Quimbaya se encuentra localizada en el municipio de Quimbaya. Cuenta con una edificación de dos pisos, acceso para personas con movilidad reducida, zonas de juego y zonas verdes.</p>	



<p>9</p> 	<p>INSTITUCIÓN EDUCATIVA SIMÓN BOLÍVAR</p>	<p>Urbana</p>	<p>Estructura: Mixto Cerchado: Acero Cubierta: Eternit Paredes: Estuco/pintura</p>	<p>La Institución Educativa Simón Bolívar se encuentra localizada en el municipio de Quimbaya. Cuenta con varios bloques de un piso, zonas de juego y zonas verdes.</p>	
<p>10</p> 	<p>COLEGIO ROBLEDO</p>	<p>Urbana</p>	<p>Estructura: Pórtico Cerchado: Perfilera Cubierta: Metálica Paredes: Estuco/pintura</p>	<p>El Colegio Robledo se encuentra localizado en el municipio de Calarcá. Cuenta con un bloque general de tres pisos, canchas deportivas y zonas verdes.</p>	
<p>11</p> 	<p>INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO CALARCÁ</p>	<p>Urbana</p>	<p>Estructura: Mampostería Cerchado: Acero Cubierta: Mixto Paredes: Ladrillo a la vista</p>	<p>La Institución Educativa Instituto Calarcá se encuentra localizada en el Municipio de Calarcá. Está conformada por varios bloques de un piso y dos pisos, y cuenta con zonas de juegos y zonas verdes.</p>	

<p>12</p> <p>●</p>	<p>INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO TECNOLÓGICO</p>	<p>Urbana</p>	<p>Estructura: Mixto Cerchado: Perfilería Cubierta: Eternit Paredes: Estuco/pintura</p>	<p>La Institución Educativa Instituto Tecnológico se encuentra localizada en el municipio de Calarcá. Cuenta con varios bloques de un piso y dos pisos con tipología colonial, zonas verdes y canchas deportivas.</p>	
<p>13</p> <p>●</p>	<p>INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO GÉNOVA</p>	<p>Urbana</p>	<p>Estructura: Confinado Cerchado: Acero Cubierta: Eternit Paredes: Ladrillo a la vista</p>	<p>La Institución Educativa Instituto Génova se encuentra localizada en el municipio de Génova. Cuenta con un sistema de bloques en un piso, zonas verdes y cancha deportiva con cubierta.</p>	
<p>14</p> <p>●</p>	<p>COLEGIO SAN VICENTE PAÚL</p>	<p>Urbana</p>	<p>Estructura: Confinado Cerchado: Acero Cubierta: Eternit Paredes: Ladrillo a la vista</p>	<p>El Colegio San Vicente Paúl se encuentra localizado en el municipio de Génova. Cuenta con un bloque general en dos pisos, un patio central con zonas verdes y zona de juegos.</p>	


<p>15</p> <p>●</p>	<p>INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO BUENAVISTA</p>	<p>Urbana</p>	<p>Estructura: Pórtico Cerchado: Perfilería Cubierta: Eternit Paredes: Estuco/pintura</p>	<p>La Institución Educativa Instituto Buenavista se encuentra localizada en el municipio de Buenavista. Cuenta con tres bloques de un piso y dos pisos, cancha deportiva con cubierta y zonas verdes.</p>	
<p>16</p> <p>●</p>	<p>INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO BUENAVISTA</p>	<p>Urbana</p>	<p>Estructura: Pórtico Cerchado: Perfilería Cubierta: Eternit Paredes: Estuco/pintura</p>	<p>La Institución Educativa Instituto Buenavista se encuentra localizada en el municipio de Buenavista. Cuenta con tres bloques de un piso y dos pisos, cancha deportiva con cubierta y zonas verdes.</p>	
<p>17</p> <p>●</p>	<p>COLEGIO SANTA TERESITA</p>	<p>Urbana</p>	<p>Estructura: Mixto Cerchado: Acero Cubierta: Eternit Paredes: Estuco/pintura</p>	<p>El Colegio Santa Teresita de encuentra localizado en el municipio de Pijao. Cuenta con un bloque general en dos pisos y un patio central donde se localizan las canchas deportivas.</p>	

18	INSTITUTO EDUCATIVO PIJAO	Urbana	<p>Estructura: Confinado Cerchado: Acero Cubierta: Eternit Paredes: Estuco/pintura</p>	<p>El Instituto Pijao se encuentra localizado en el municipio de Pijao. Cuenta con un bloque general de un piso y dos pisos, zonas verdes y una cancha deportiva en el centro.</p>	
19	COLEGIO JOSÉ MARÍA CÓRDOBA	Urbana	<p>Estructura: Pórtico Cerchado: Acero Cubierta: Eternit Paredes: Ladrillo a la vista</p>	<p>El Colegio José María Córdoba se encuentra localizado en el municipio de Córdoba. Cuenta con varios bloques de un piso y dos pisos, zonas verdes y zonas de juego y deportivas.</p>	
20	INSTITUTO EDUCATIVO BOQUÍA	Rural	<p>Estructura: Confinado Cerchado: Madera Cubierta: Eternit</p>	<p>La Institución Educativa Boquía se encuentra localizada en Boquía, en el municipio de Salento. Es una institución rural que cuenta con un</p>	

			Paredes: Estuco/pintura	bloque de un piso, zonas verdes y canchas deportivas.	
21 ●	INSTITUTO EDUCATIVO LICEO QUINDÍO	Urbana	Estructura: Pórtico Cerchado: Perfilería Cubierta: Metálica Paredes: Estuco/pintura	El Instituto Educativo Liceo Quindío se encuentra localizado en Boquía, en el municipio de Salento. Es una institución rural que cuenta con un bloque de un piso, zonas verdes y canchas deportivas.	
22 ●	INSTITUTO EDUCATIVO FELIPE MELÉNDEZ	Urbana	Estructura: Pórtico Cerchado: Acero Cubierta: Eternit Paredes: Estuco/pintura	El Instituto Educativo Felipe Meléndez se encuentra localizado en el municipio de Finlandia. Cuenta con varios bloques de un piso, zonas verdes y canchas deportivas.	

					
23	COLEGIO SAN JOSÉ DE LA FACHADA	Rural	<p>Estructura: Metálica Cerchado: Perfilería Cubierta: Metálica Paredes: Estuco/pintura</p>	<p>El Colegio San José de la Fachada se encuentra localizado en la zona rural del municipio de Finlandia. Cuenta con bloques de un piso y dos pisos, cancha deportiva bajo cubierta y amplias zonas verdes.</p>	
24	COLEGIO LIBRE DE CIRCASIA	Urbana	<p>Estructura: Pórtico Cerchado: Madera Cubierta: Eternit Paredes: Estuco/pintura</p>	<p>El Colegio Libre de Circasia se encuentra localizado en el municipio de Circasia. Cuenta con varios bloques de un piso, cancha cubierta y amplias zonas verdes.</p>	

					
25	CIUADELA EDUCATIVA HENRY MARÍN	Rural	<p>Estructura: Pórtico Cerchado: Perfilamiento Cubierta: Metálico Paredes: Ladrillo a la vista</p>	<p>La Ciudadela Educativa Henry Marín se encuentra localizada en el municipio de Circasia. Cuenta con varios bloques de un piso y dos pisos, cancha bajo cubierta y amplias zonas verdes.</p>	
26	INSTITUCIÓN EDUCATIVA LUIS EDUARDO CALVO CANO SEDE IMET	Urbana	<p>Estructura: Confinado Cerchado: Acero Cubierta: Eternit Paredes: Estuco/pintura</p>	<p>La Institución Educativa Luis Eduardo Calvo Cano Sede IMET está localizada en el municipio de Circasia. Cuenta con un bloque general de un piso y un patio central donde se concentran las zonas verdes y las zonas de juego.</p>	

27 ●	INSTITUCIÓN EDUCATIVA FRANCISCO LONDOÑO	Urbana	Estructura: Confinado Cerchado: Acero Cubierta: Eternit Paredes: Estuco/pintura	La Institución Educativa Francisco Londoño se encuentra localizada en el municipio de Circasia. Cuenta con dos bloques de un piso, y en el centro se concentran las zonas verdes y las canchas deportivas.	
---------	---	--------	--	--	---

Demanda energética actual

Se comparó el consumo energético actual de los colegios públicos y se recopiló la información histórica del consumo eléctrico en kilovatios/horas (kWh) durante los últimos dos años (2022 y 2023). Esta información se consultó a través de la Empresa de Energía del Quindío (EDEQ) y la Secretaría de Educación del Departamento del Quindío.

- Consumo promedio por colegio: Según el tamaño y las actividades de cada colegio, se estima que el consumo anual oscila entre 17 061,40 y 17 724,24 kWh, debido a factores como la infraestructura y el uso de equipos tecnológicos.
- Demanda total: Si se considera un consumo promedio de 17 392,90 kWh anuales por colegio, la demanda total para los 27 colegios sería de aproximadamente 466 908,30 kWh al año.

Ilustración 12. Demanda energética actual

	CONSUMO 2022 kWh	CONSUMO 2023 kWh	PROMEDIO kWh
BUENAVISTA	10.468	9.486	9.977
INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO BUENAVISTA	10.468	9.486	9.977
CALARCA	73.130	102.646	87.888
COLEGIO ROBLEDO	17.488	29.152	23.320
INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO CALARCA	19.425	21.788	20.607
INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO TECNOLOGICO	36.217	51.706	43.962
CIRCASIA	64.795	59.692	62.244
CIUDADELA EDUCATIVA HENRY MARIN	28.063	26.160	27.112
COLEGIO LIBRE DE CIRCASIA	26.095	22.753	24.424
INSTITUCIÓN EDUCATIVA FRANCISCO LONDOÑO	5.274	5.547	5.411
INSTITUCIÓN EDUCATIVA LUIS EDUARDO CALVO CANO SEDE IMET	5.363	5.232	5.298
CÓRDOBA	18.399	15.699	17.049
COLEGIO JOSE MARIA CORDOBA	18.399	15.699	17.049
FILANDIA	17.340	18.630	17.985
COLEGIO SAN JOSE DE LA FACHADA	5.205	4.503	4.854
INSTITUTO EDUCATIVO FELIPE MELENDEZ	12.135	14.127	13.131
GENOVA	19.960	21.572	20.766
COLEGIO SAN VICENTE PAUL	6.192	8.175	7.184
INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO GENOVA	13.768	13.397	13.583
LA TEBAIDA	87.797	82.491	85.144
INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO NARIÑO	22.515	27.888	25.202
INSTITUCIÓN EDUCATIVA GABRIELA MISTRAL	15.773	12.341	14.057
INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO LA TEBAIDA	40.288	34.816	37.552
INSTITUCIÓN EDUCATIVA LUIS ARANGO CARDONA	9.221	7.446	8.334
MONTENEGRO	83.850	92.670	88.260
COLEGIO SANTA MARIA DE GORETTI	21.817	19.850	20.834
ESCUELA LOS FUNDADODRES	23.057	24.196	23.627
INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO MONTENEGRO	38.976	48.624	43.800
PIJAO	17.801	17.706	17.754
COLEGIO SANTA TERESITA	10.988	12.020	11.504
INSTITUTO EDUCATIVO INSTITUTO PIJAO	6.813	5.686	6.250
QUIMBAYA	44.872	42.723	43.798
INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO QUIMBAYA	33.021	31.785	32.403
INSTITUCIÓN EDUCATIVA SIMON BOLIVAR	11.851	10.938	11.395
SALENTO	22.246	15.244	18.745
INSTITUTO EDUCATIVO BOQUIA	5.303	5.378	5.341
INSTITUTO EDUCATIVO LICEO QUINDÍO	16.943	9.866	13.405
Total general	460.658	478.559	469.609

La siguiente ilustración muestra el consumo promedio proyectado de energía por municipio agrupando las instituciones educativas impactadas en el horizonte de 25 años. Además, incluye una tabla resumen con el consumo de ambos años y la variación entre un año y otro.

Ilustración 13. Consumo promedio proyectado

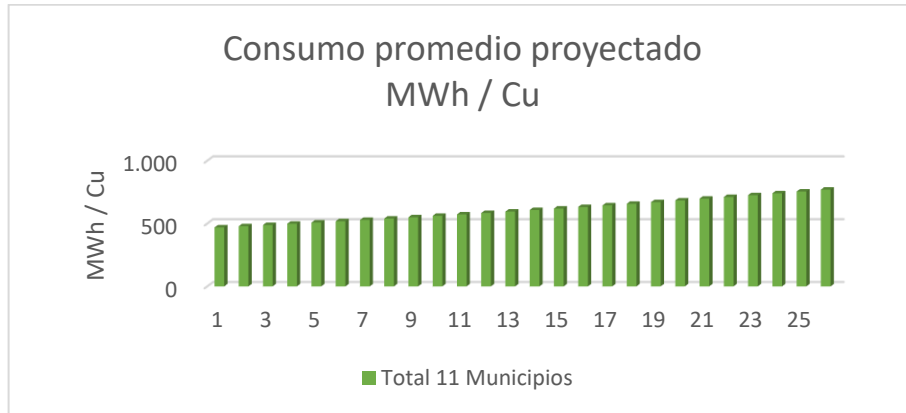
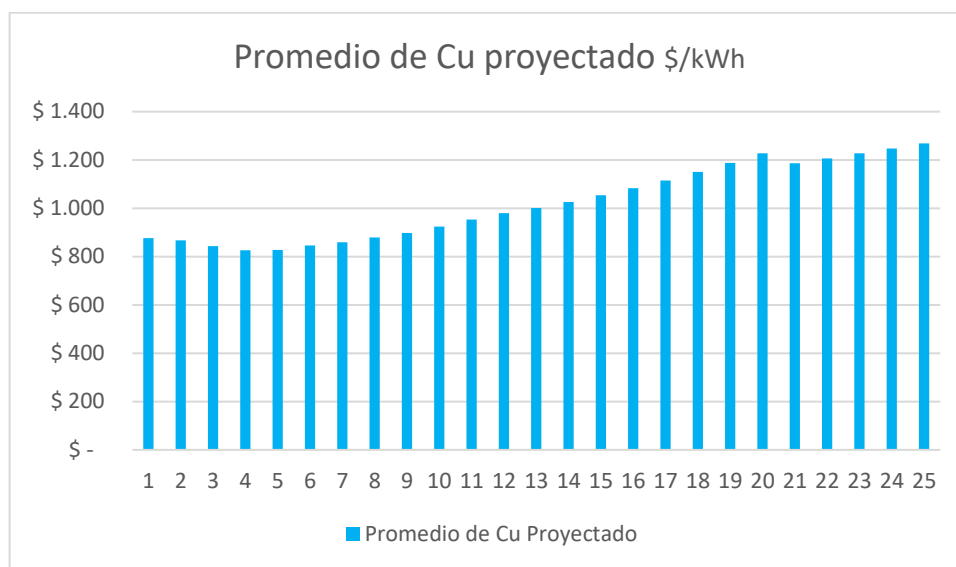


Ilustración 14. Promedio de Cu proyectado

Período	Promedio de Cu Proyectado \$/kWh
2024	\$ 876
2025	\$ 868
2026	\$ 843
2027	\$ 826
2028	\$ 828
2029	\$ 847
2030	\$ 859
2031	\$ 879
2032	\$ 898
2033	\$ 925
2034	\$ 953
2035	\$ 979
2036	\$ 1.002
2037	\$ 1.026
2038	\$ 1.054
2039	\$ 1.083
2040	\$ 1.115
2041	\$ 1.151
2042	\$ 1.188
2043	\$ 1.227
2044	\$ 1.186
2045	\$ 1.207
2046	\$ 1.227
2047	\$ 1.248
2048	\$ 1.268

Fuente: EDEQ.

Ilustración 15. Promedio de Cu proyectado 1



Las ilustraciones anteriores permiten visualizar el crecimiento en la demanda energética de las instituciones educativas a lo largo de los 25 años, facilitando el análisis de necesidades futuras y la planificación de recursos energéticos para asegurar una provisión sostenible y adecuada de energía en las escuelas públicas. Esta información es esencial para evaluar la viabilidad y la escalabilidad de la implementación de sistemas de energía solar en el proyecto.

Canales de comercialización

Existen varios proveedores de equipos fotovoltaicos en Colombia que ofrecen servicios integrales. Entre ellos se encuentran los siguientes:

- Celsia Solar: Líder en energías renovables en Colombia, con amplia experiencia en proyectos solares.
- EPM: Empresas Públicas de Medellín, que proporciona soluciones completas de diseño, instalación y monitoreo de sistemas solares.

- Proveedores locales en el Eje Cafetero: Es recomendable explorar la oferta de proveedores regionales para reducir los costos logísticos y apoyar a las empresas locales.

Dada la magnitud del proyecto, la creación de alianzas público-privadas (APP) puede facilitar su financiamiento y su implementación. Además, se puede aprovechar el marco legal que otorga beneficios fiscales bajo la Ley 1715 del 2014, la cual fomenta el uso de energías renovables en Colombia.

Competidores

En el mercado nacional y regional de energías renovables, los principales competidores son los siguientes:

- Celsia, EPM y Enel Green: Empresas con proyectos de energía solar de gran escala en diversas regiones de Colombia.
- Distribuidores internacionales: Empresas que importan paneles solares desde mercados como China, Estados Unidos y Europa, con diversas opciones en eficiencia y precio.

Otras fuentes de energía renovable, como la eólica o la hidroeléctrica de pequeña escala, podrían ser consideradas, pero la fotovoltaica es la más viable en este contexto debido a la alta irradiación solar en el Quindío y la facilidad para realizar instalaciones distribuidas.

Tipos de paneles solares que se deben utilizar

Los dos tipos de paneles más utilizados en el mercado son los siguientes:

- **Monocristalinos:** Con una eficiencia de alrededor del 20 %; son más costosos, pero generan más energía en menos espacio.
- **Policristalinos:** Con una eficiencia del 16 %-18 %, son más económicos, aunque requieren más espacio para generar la misma cantidad de energía.

Dada la mayor eficiencia de los paneles monocristalinos y las posibles limitaciones de espacio en las instalaciones escolares, en el proyecto se recomienda utilizar paneles monocristalinos de 450 W. Con el nuevo consumo promedio de 17,292.90 kWh anuales por colegio, el costo anual de energía convencional para cada institución sería de aproximadamente 11 250 000 COP. Al instalar paneles solares que cubran el 100 % de la demanda, el consumo de energía convencional se reduciría a cero, lo que generaría un ahorro total de 303 750 000 COP anuales para los 27 colegios.

El proyecto generará ahorros sustanciales a largo plazo, con un período de recuperación de 4 a 5 años, contribuyendo tanto a la sostenibilidad económica como al impacto ambiental positivo de las instituciones educativas.

Estudio técnico

El presente estudio técnico de prefactibilidad tiene como objetivo analizar la viabilidad de implementar sistemas de generación de energía solar en las instituciones educativas públicas del departamento del Quindío. Este análisis considera la ubicación geográfica, las condiciones climáticas, la evaluación del sitio, la carga y el consumo energético, y el diseño de sistemas fotovoltaicos. Además, se incluyen una proyección de energía solar a 10 años, la

justificación de la vida útil de los paneles solares, los análisis de costos, los tipos de paneles, dimensiones, precios, cálculo de ingresos fijos y un balance general del proyecto.

Análisis de ubicación y condiciones climáticas

Consulta del mapa de radiación solar en Colombia proporcionado por el Atlas de Radiación Solar.

Ilustración 16. Mapa de radiación solar en Colombia

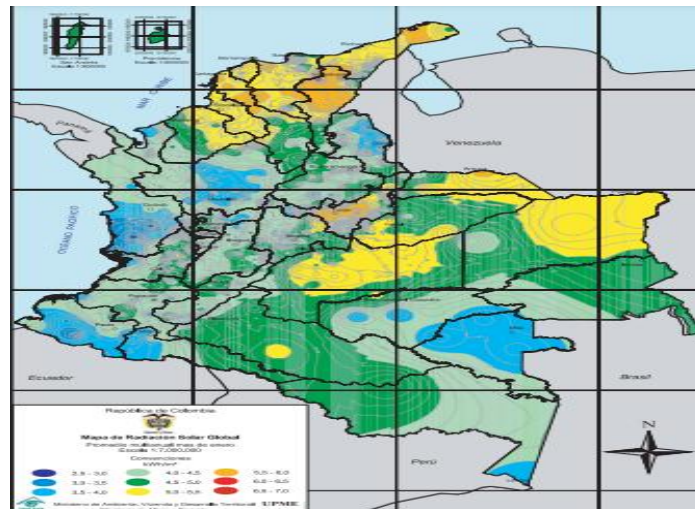


Ilustración 17. Mapa de radiación solar por ubicación geográfica, Colombia



Fuente: UPME.

Factores geográficos:

El Quindío se encuentra en una zona con alta radiación solar, lo que lo hace ideal para la generación de energía solar. La geolocalización específica de cada escuela debe considerarse para optimizar la orientación y la inclinación de los paneles solares.

Condiciones climáticas:

Según el Atlas Solar Colombiano y datos de Celsia, una empresa líder en energía renovable en Colombia, el Quindío recibe un promedio anual de radiación solar de aproximadamente 4,5 kWh/m²/día. Esta cantidad es suficiente para generar una producción energética eficiente, especialmente durante los meses con menos precipitaciones.

Proyección de energía solar a 10 años:

Utilizando herramientas como PVsyst, se proyecta que la producción de energía disminuirá en aproximadamente un 0,5 % anual debido al desgaste natural de los paneles solares. Por lo tanto, se espera una eficiencia del 95 % al final del período de 10 años.

La evaluación del lugar de instalación es un paso crítico en el diseño del sistema solar para cada escuela. Este análisis considera las condiciones estructurales de los techos y la presencia de posibles obstáculos que puedan afectar la eficiencia de los paneles solares. A continuación, se presentan los aspectos clave que se deben considerar:

- **Superficies disponibles:** Las escuelas públicas del Quindío generalmente cuentan con techos amplios y despejados, ideales para la instalación de paneles solares. Es fundamental realizar un estudio estructural para asegurar que los techos puedan soportar el peso adicional de los paneles y las estructuras de montaje.
- **Sombras y obstáculos:** Se deben identificar posibles sombras proyectadas por árboles, edificios o montañas cercanas que puedan reducir la eficiencia de los paneles solares. Según Enel Green Power, una reducción de sombra significativa puede impactar negativamente en la producción energética.
- **Accesibilidad:** La facilidad de acceso para la instalación y el mantenimiento es crucial. Las escuelas ubicadas en áreas urbanas del Quindío, como Armenia y Pereira, suelen tener mejor infraestructura vial, facilitando el transporte de equipos y de personal técnico.

Estudio de carga y consumo energético

Para asegurar que el sistema fotovoltaico propuesto cubra de manera eficiente la demanda de las escuelas, es necesario realizar un estudio detallado del consumo energético actual y proyectado. Este análisis incluye tanto el consumo habitual de energía como el perfil de carga

diaria de las instituciones, lo cual permite dimensionar adecuadamente el sistema y anticiparse a posibles incrementos en la demanda futura.

- **Consumo actual:** El consumo energético de las escuelas públicas varía, pero generalmente incluye iluminación, equipos de cómputo, aires acondicionados y otros dispositivos electrónicos. Un análisis detallado de las facturas de energía y el uso de medidores inteligentes puede proporcionar datos precisos sobre el consumo diario y mensual.
- **Proyección de la demanda futura:** Se proyecta un incremento del 3 %-5 % anual en la demanda energética debido a la incorporación de nuevas tecnologías y equipos en las aulas. Este crecimiento debe ser considerado en el diseño del sistema solar para asegurar que la generación de energía pueda cubrir las necesidades futuras.
- **Perfil de carga:** El perfil de carga muestra que los picos de consumo se dan principalmente durante las horas de clase (8:00 a. m. a 4:00 p. m.). Por lo tanto, el sistema solar debe estar dimensionado para cubrir estas demandas máximas, reduciendo la dependencia de la red eléctrica convencional.

Diseño del sistema fotovoltaico

El diseño del sistema fotovoltaico se basa en el consumo energético promedio de cada escuela, así como en la selección del tipo de panel más adecuado. Este análisis garantiza que el sistema propuesto cubra de manera efectiva la demanda de cada institución, maximizando la eficiencia y minimizando los costos de instalación y operación.

- **Cálculo del tamaño del sistema:** Basado en el consumo energético promedio actualizado de 17 292,90 kWh al año por escuela, se requeriría un sistema de aproximadamente 21 a 23 kWp (kilovatios pico), considerando una eficiencia promedio del 85 %.

- **Tipos de paneles solares:** Como parte del estudio técnico para el proyecto de generación de energía solar en las escuelas públicas del departamento del Quindío, es fundamental seleccionar el tipo de panel solar más adecuado en función de la eficiencia, el costo y las condiciones de instalación. A continuación, se resumen los tres principales tipos de paneles solares y sus características:
 - a) **Paneles solares monocristalinos:** Estos paneles se caracterizan por su alta eficiencia, ya que están fabricados a partir de un único cristal de silicio. Son ideales para instalaciones con espacio limitado, debido a que generan más electricidad por unidad de superficie. Sin embargo, su costo es más elevado que el de otros tipos de paneles, lo que implica una inversión inicial mayor.

 - b) **Paneles solares policristalinos:** Fabricados a partir de múltiples cristales de silicio, estos paneles ofrecen un buen rendimiento a un menor costo que el de los monocristalinos. Aunque son menos eficientes, siguen siendo una opción confiable para instalaciones de gran tamaño, como las escuelas, aunque requieren más espacio para generar la misma cantidad de energía.

 - c) **Paneles solares de capa fina:** Son más flexibles y pueden adaptarse a superficies curvas, lo que facilita su instalación en algunas situaciones específicas. No obstante,

su eficiencia es menor, comparada con los paneles de silicio, lo que implica la necesidad de más espacio para generar la misma cantidad de electricidad. Estos paneles son más tolerantes a las sombras parciales, lo que los hace útiles en entornos donde el sombreado es un factor para considerar.

Ilustración 18. Paneles solares



Fuente: Ecoenergías.

Se recomienda el uso de paneles solares monocristalinos debido a su alta eficiencia (18 %-20 %) y su durabilidad mayor. Empresas como Celsia y Enel han optado por estos paneles en sus proyectos en Colombia, garantizando una producción energética consistente.

- Medida estándar de los paneles: 1,7 m x 1 m por panel monocristalino.
- Vida útil: 25-30 años con una garantía de producción del 80 %-85 % al final de su vida útil.

Ilustración 19. Paneles monocristalinos



- **Inversores y otros componentes:** Se seleccionarán inversores de alta eficiencia (95 %+) compatibles con la capacidad del sistema fotovoltaico. Además, se incluirán estructuras de montaje ajustables para optimizar la orientación de los paneles y sistemas de monitoreo para gestionar la producción y el rendimiento energético.

Análisis de costos

Para la implementación de un sistema solar que cubra el consumo de energía de las escuelas públicas del Quindío, se presentan los costos estimados en función de un sistema fotovoltaico de 15 kWp. Este tamaño de sistema cubrirá el consumo promedio anual de 17 292,90 kWh por colegio.

El costo promedio de instalación de un sistema fotovoltaico en Colombia es de aproximadamente 4 731 000 COP por kWp. Para un sistema de 15 kWp, el costo total sería de 23 655 000 COP, desglosado de la siguiente manera:

Tabla 2. Análisis de costos

Componentes del sistema	Costo (COP)
--------------------------------	------------------------

Paneles solares monocristalinos de 330 Wp (16 unidades)	16 600 000
Inversores	3 320 000
Estructura de montaje	830 000
Cables y protecciones	1 660 000
Sistema de monitoreo	1 245 000
Total	23 655 000

Cálculo del costo total del proyecto

Después de una inspección técnica en los 27 colegios del Quindío, se evaluaron tanto el consumo energético como los espacios disponibles en cada institución. A partir de esta información, se proyectó un presupuesto individual para cada colegio, con el objetivo de analizar la viabilidad de cambiar el sistema de energía convencional por un sistema de energías renovables.

A continuación, un desglose adicional de cada ítem presentado en el presupuesto del proyecto:

- a) **Paneles solares monocristalinos:** La adquisición de paneles de alta eficiencia asegura una producción estable a lo largo del tiempo, con una vida útil de aproximadamente 25-30 años.

- b) **Inversores:** Los inversores seleccionados tienen una eficiencia del 95 %, maximizando la conversión de corriente continua en corriente alterna.
- c) **Estructuras de montaje:** Diseñadas para soportar condiciones climáticas locales y optimizar la orientación y la inclinación de los paneles.
- d) **Sistema de monitoreo:** Este sistema permite controlar el rendimiento energético en tiempo real, detectando posibles fallas o disminuciones en la eficiencia.
- e) **Instalación y permisos:** Incluye el transporte de componentes al sitio, permisos municipales y la mano de obra necesaria.

Tabla 3. Componentes, presupuesto de mano de obra, transporte y permisos

MANO DE OBRA NECESARIA	TRANSPORTE	PERMISOS
Técnicos instaladores	Transporte del material	Construcción
Electricista	Transporte del personal	Eléctrico
Auxiliar		Ambiental
Supervisor del proyecto		

- f) **Mantenimiento anual:** Incluye la limpieza regular de los paneles y la revisión de componentes críticos para asegurar un funcionamiento óptimo, con un incremento del 5 % por cada año; este es el porcentaje promedio en el sector de la energía renovable para el mantenimiento de los paneles solares.

Tras revisar el promedio de consumo anual para los años 2022 y 2023 de cada institución, así como la capacidad de instalación, se determinó el número de paneles solares necesarios para cada colegio. Se cuantificaron los costos de los inversores, las estructuras y el montaje, que incluyen anclajes, soportes, herrajes, cables, protecciones, un sistema de monitoreo, costos de instalación (mano de obra), transporte, permisos municipales y mantenimiento anual. La discriminación detallada de cada uno de estos ítems se encuentra en los anexos.

Ilustración 20. Cuadro detallado de la caracterización de las instituciones públicas del Quindío

	MUNICIPIO	INSTITUCIÓN	PROMEDIO CONSUMO 2022 - 2023 kWh	ESPACIO INSTITUCIÓN m ²	#PANELES	SUBTOTAL ADQUISICIÓN	COSTO IMPLEMENTACIÓN PROYECTO
1	LA TEBAIDA	INSTITUCION EDUCATIVA LUIS ARANGO CARDONA	8333.5	17,6 m ²	11	\$ 19,505,000	\$ 42,455,000
2	LA TEBAIDA	INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO LA TEBAIDA	37552	88.97 m ²	52	\$ 72,625,000	\$ 97,990,000
3	LA TEBAIDA	INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO NARIÑO	25201.5	55.53 m ²	33	\$ 46,272,500	\$ 71,257,500
4	LA TEBAIDA	INSTITUCIÓN EDUCATIVA GABRIELA MISTRAL	14057	34.44 m ²	20	\$ 33,065,000	\$ 57,650,000
5	MONTENEGRO	INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO MONTENEGRO	43800	56.6 m ²	56	\$ 76,775,000	\$ 102,140,000
6	MONTENEGRO	ESCUELA LOS FUNDADODRES	23626.5	54.02 m ²	32	\$ 43,915,000	\$ 68,900,000
7	MONTENEGRO	COLEGIO SANTA MARIA DE GORETTI	20833.5	48.9 m ²	29	\$ 40,902,500	\$ 65,787,500
9	QUIMBAYA	INSTITUCIÓN EDUCATIVA SIMON BOLIVAR	11394.5	26.69 m ²	16	\$ 25,595,000	\$ 50,180,000
8	QUIMBAYA	INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO QUIMBAYA	32403	75.11 m ²	44	\$ 60,085,000	\$ 83,785,000
10	CALARCA	COLEGIO ROBLEDO	23320	45.05 m ²	27	\$ 38,387,500	\$ 61,337,500
11	CALARCA	INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO CALARCA	20606.5	47.44 m ²	28	\$ 39,425,000	\$ 64,610,000
12	CALARCA	INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO TECNOLOGICO	43961.5	92.77m ²	55	\$ 75,737,500	\$ 101,102,500
13	GENOVA	INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO GENOVA	13582.5	31.01 m ²	18	\$ 25,920,000	\$ 49,070,000
14	GENOVA	COLEGIO SAN VICENTE PAUL	7183.5	15,21 m ²	9	\$ 16,392,500	\$ 40,877,500
15	BUENAVISTA	INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO BUENAVISTA	8137.5	18.84 m ²	11	\$ 18,467,500	\$ 41,417,500
16	BUENAVISTA	INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO BUENAVISTA	1839.5	4.23 m ²	2	\$ 9,130,000	\$ 33,715,000
17	PIJAO	COLEGIO SANTA TERESITA	11504	25.88 m ²	15	\$ 22,617,500	\$ 45,767,500
18	PIJAO	INSTITUTO EDUCATIVO INSTITUTO PIJAO	6249.5	15,0 m ²	9	\$ 18,052,500	\$ 42,537,500
19	CÓRDOBA	COLEGIO JOSE MARIA CORDOBA	17049	39.73 m ²	23	\$ 35,897,500	\$ 58,847,500
20	SALENTO	INSTITUTO EDUCATIVO BOQUIA	5340.5	13.96 m ²	8	\$ 15,355,000	\$ 38,305,000
21	SALENTO	INSTITUTO EDUCATIVO LICEO QUINDÍO	13404.5	37.94 m ²	22	\$ 34,860,000	\$ 59,645,000
22	FILANDIA	INSTITUTO EDUCATIVO FELIPE MELENDEZ	13131	30.49 m ²	18	\$ 25,730,000	\$ 48,880,000
23	FILANDIA	COLEGIO SAN JOSE DE LA FACHADA	4854	11.82 m ²	7	\$ 15,977,500	\$ 40,362,500
24	CIRCASIA	COLEGIO LIBRE DE CIRCASIA	24424	58.49 m ²	34	\$ 50,630,000	\$ 74,180,000
25	CIRCASIA	CIUDADELA EDUCATIVA HENRY MARIN	27111.5	62.84 m ²	37	\$ 53,742,500	\$ 78,927,500
26	CIRCASIA	INSTITUCIÓN EDUCATIVA LUIS EDUARDO CALVO CANO SEDE IMET	5297.5	11.82 m ²	7	\$ 14,317,500	\$ 38,702,500
27	CIRCASIA	INSTITUCIÓN EDUCATIVA FRANCISCO LONDOÑO	5410.5	12.38 m ²	7	\$ 14,317,500	\$ 38,702,500
TOTALES			469608.5		630	\$ 943,697,500	\$ 1,597,132,500

Tabla 4. Costo del proyecto de generación de energía solar para 27 colegios

Concepto	Costo del proyecto de generación de energía solar para 27 colegios (COP)	Período
Materiales	943 697 500	0
Mano de obra	67 090 000	0
Transporte y permisos municipales	41 445 000	0
Mantenimiento anual	2 000 000	1 – 25
VPN del proyecto de energía solar	1 543 474 174	

Flujo de caja

Ilustración 21. Flujo de caja del proyecto de energía solar

Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Flujo de Caja 2 - Proyecto de Generación Energía Solar en las 27 escuelas públicas del Quindío
\$ 943.697.500	\$ 67.090.000	\$ 41.445.000	\$ 1.052.232.500
		\$ 52.830.000	\$ 52.830.000
		\$ 55.471.500	\$ 55.471.500
		\$ 58.245.075	\$ 58.245.075
		\$ 61.157.329	\$ 61.157.329
		\$ 64.215.195	\$ 64.215.195
		\$ 67.425.955	\$ 67.425.955
		\$ 70.797.253	\$ 70.797.253
		\$ 74.337.115	\$ 74.337.115
		\$ 78.053.971	\$ 78.053.971
		\$ 81.956.670	\$ 81.956.670
		\$ 86.054.503	\$ 86.054.503
		\$ 90.357.228	\$ 90.357.228
		\$ 94.875.090	\$ 94.875.090
		\$ 99.618.844	\$ 99.618.844
		\$ 104.599.786	\$ 104.599.786
		\$ 109.829.776	\$ 109.829.776
		\$ 115.321.265	\$ 115.321.265
		\$ 121.087.328	\$ 121.087.328
		\$ 127.141.694	\$ 127.141.694
		\$ 133.498.779	\$ 133.498.779
		\$ 140.173.718	\$ 140.173.718
		\$ 147.182.404	\$ 147.182.404
		\$ 154.541.524	\$ 154.541.524
		\$ 162.268.600	\$ 162.268.600
		\$ 170.382.030	\$ 170.382.030
VPN			\$ 1.543.474.174

Marco regulatorio y normativo

Este capítulo analiza el marco regulatorio y normativo de Colombia en relación con la implementación de proyectos de energías renovables en instituciones educativas públicas, con un enfoque en la energía solar. A través de este análisis, se identifican las leyes y regulaciones que promueven y facilitan el desarrollo de proyectos sostenibles, evaluando su impacto, sus beneficios y consideraciones clave para la transición energética en el departamento del Quindío.

Marco regulatorio y políticas nacionales para las energías renovables

En Colombia, el marco regulatorio para la implementación de fuentes no convencionales de energía ha sido impulsado por diversas leyes y decretos que buscan incentivar su adopción en distintos sectores, incluyendo el educativo. A continuación, se destacan las normativas más relevantes:

a. Ley 1715 de 2014: Esta ley establece el marco legal para la promoción y el uso de fuentes no convencionales de energía, en particular las energías renovables, en Colombia. Su objetivo es integrar estas fuentes en el sistema energético nacional y fomentar su desarrollo mediante incentivos fiscales y financieros. Los beneficios para las instituciones educativas del Quindío incluyen:

- **Deducciones tributarias:** Las instituciones que implementen proyectos de energías renovables podrán acceder a deducciones en el impuesto de renta.
- **Exención de IVA y aranceles:** Los equipos y componentes de energía renovable están exentos de IVA y aranceles, reduciendo así los costos de inversión.
- **Amortización acelerada:** Las instituciones pueden amortizar la inversión en equipos en un plazo de cinco años, facilitando una recuperación de la inversión más rápida.

b. Plan Nacional de Energía Renovable (PNER) y Plan de Expansión de Energía 2020-2034: Estos planes establecen metas y directrices para la expansión de fuentes de energía renovable en el país, promoviendo la diversificación de la matriz energética y priorizando zonas con alta irradiación solar, como el Quindío. La inclusión de instituciones educativas en estos planes apoya el objetivo de descentralizar y democratizar el acceso a la energía.

Normas técnicas y de seguridad en los proyectos fotovoltaicos

Para garantizar la seguridad y la eficiencia de los sistemas de energía solar, es esencial cumplir con las normas técnicas vigentes. Las principales normativas que regulan los aspectos técnicos en Colombia son las siguientes:

- **Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIIE):** Este reglamento define los requisitos técnicos de seguridad en las instalaciones eléctricas, y es aplicable a proyectos fotovoltaicos. Establece criterios de seguridad, instalación y mantenimiento de paneles solares, protegiendo a los usuarios y los operadores. Su cumplimiento es crucial en el ámbito educativo para asegurar la seguridad de los estudiantes y el personal.
- **Norma Técnica Colombiana (NTC) 2050:** La NTC 2050 regula las especificaciones para sistemas eléctricos en instalaciones, incluida la energía solar. Contempla aspectos como la selección de componentes, el diseño del sistema y la puesta en marcha de instalaciones solares, asegurando la fiabilidad y la eficiencia en los entornos educativos.

Beneficios e impacto del marco normativo en instituciones educativas

La implementación de sistemas solares bajo este marco regulatorio ofrece importantes beneficios para las instituciones educativas del Quindío, entre los cuales se destacan los siguientes:

- **Reducción de costos energéticos:** Las exenciones e incentivos establecidos permiten que los colegios se beneficien de menores costos de instalación y de un uso eficiente de la energía, logrando ahorros significativos en sus presupuestos operativos.
- **Fomento de la educación en energía sostenible:** La adopción de estas tecnologías crea un entorno favorable para la educación en sostenibilidad, sensibilizando a los estudiantes y al personal con respecto al uso responsable de los recursos energéticos y promoviendo el desarrollo de una cultura ambiental.
- **Incentivos fiscales y financieros:** Normativas como la Ley 1715 otorgan incentivos fiscales que viabilizan económicamente los proyectos, algo fundamental para la sostenibilidad en instituciones con recursos limitados.

Consideraciones para el cumplimiento normativo

Al adoptar un proyecto de energía solar, las instituciones educativas deben considerar los siguientes aspectos clave:

- **Certificación de componentes:** Los paneles solares y otros componentes deben cumplir con certificaciones internacionales de calidad, garantizando la durabilidad y el rendimiento.
- **Capacitación de personal:** Es fundamental que el personal de operación y mantenimiento reciba capacitación específica en sistemas solares, de conformidad con las normas de seguridad establecidas por el RETIE.
- **Monitoreo y mantenimiento:** Se deben implementar sistemas de monitoreo continuo para evaluar el desempeño energético y programar mantenimientos

preventivos, asegurando la eficiencia y el cumplimiento normativo del sistema a lo largo del tiempo.

Consideración de impuestos en instituciones educativas

En el contexto del departamento del Quindío, es importante analizar cómo las normativas locales y nacionales pueden impactar los costos fiscales de las instituciones educativas públicas que adoptan sistemas de energía solar. La legislación colombiana contempla ciertas exenciones y beneficios fiscales para proyectos de energías renovables, que pueden generar un ahorro significativo para los colegios públicos del departamento, al reducir sus obligaciones tributarias relacionadas con el consumo de energía eléctrica.

Muchos colegios públicos de Colombia, y en particular del Quindío, pueden estar exentos del pago de ciertos impuestos debido a su clasificación como entidades educativas sin ánimo de lucro. Esto significa que, en condiciones normales, el consumo de energía eléctrica de estas instituciones podría estar libre de ciertos impuestos como el IVA. Sin embargo, la transición a sistemas solares no solo les permite reducir su dependencia de la energía convencional, sino que también les abre la posibilidad de acceder a incentivos adicionales, promovidos por normativas nacionales que buscan estimular el uso de energías limpias.

Estudio del impacto ambiental

Este capítulo explora los beneficios ambientales y sociales de la energía solar, particularmente en términos de reducción de CO₂, gestión responsable de los residuos generados por los paneles solares al final de su vida útil, y aspectos favorables que esta fuente de energía presenta frente a las fuentes convencionales. La implementación de proyectos

solares en las escuelas representa no solo un avance hacia un sistema energético más limpio y sostenible, sino también una oportunidad para educar a las nuevas generaciones sobre la importancia del cuidado del medioambiente.

La transición hacia fuentes de energía renovable se ha convertido en una prioridad a nivel mundial, dada la creciente preocupación por los efectos adversos de la contaminación y el cambio climático (IPCC, 2021). En este contexto, la energía solar emerge como una de las alternativas más prometedoras para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, debido a su capacidad para generar electricidad sin recurrir a combustibles fósiles. Implementar sistemas de energía solar en las instituciones educativas públicas del Quindío no solo contribuirá a reducir la huella de carbono de estos establecimientos, sino que también se alinearán con las metas de sostenibilidad del país (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2020).

Aspectos e impactos ambientales

Según la ISO 14001:2015, un aspecto ambiental es un elemento que se deriva de la actividad empresarial de la organización (bien sea un producto o un servicio) y que tiene contacto o puede interactuar con el medioambiente. Los impactos son cualquier cambio producido en el medioambiente. No importa que sean positivos o negativos, ni que sean significantes o insignificantes. Lo que importa es que sean producidos por los productos, servicios o actividades de la empresa (ESG Innova Group, 2024).

Así como en las empresas se deben gestionar los aspectos e impactos ambientales, en las instituciones educativas públicas del Quindío también es necesario llevar a cabo una

identificación de estos con el fin de realizar un manejo integral y establecer controles operacionales para mitigar los impactos negativos y potencializar los impactos positivos al ambiente.

En ese orden de ideas, en las instituciones educativas del departamento del Quindío se pueden identificar como principales aspectos ambientales los siguientes:

Tabla 5. Principales aspectos ambientales

Actividad	Aspecto	Impacto
Actividad administrativa (iluminación artificial, uso de tomacorrientes)	Consumo de energía	Aumento en la concentración de gases de efecto invernadero
Actividad administrativa (uso de baterías sanitarias, lavamanos)	Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico
	Generación de vertimientos	Contaminación del recurso hídrico
Actividad administrativa (impresión de fotocopias para actividades académicas)	Consumo de papel	Agotamiento del recurso bosque

Dado que el consumo de energía eléctrica es uno de los aspectos ambientales que deben gestionarse en las instituciones educativas del departamento del Quindío, se establece como uno de los controles operacionales para mitigar el impacto del aumento de la concentración de gases de efecto invernadero la instalación de paneles solares como acción dirigida para evitar la generación de dichos gases.

Cabe resaltar que la instalación de paneles solares obedece a la normativa ambiental vigente, que incluye la Ley 1715 de 2014, que describe las fuentes no convencionales de energía

renovable (FN CER) como aquellos recursos de energía renovable disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no se emplean o se utilizan de manera marginal y no se comercializan ampliamente. Se consideran FN CER la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos (PCH), la eólica, la geotérmica, la solar y los mares. Además, la Ley de Transición Energética estableció como FN CE a otras fuentes como el hidrógeno verde y el hidrógeno azul (Ministerio de Minas y Energía, s. f.).

Impacto positivo en términos de reducción de CO₂

Las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) son uno de los principales impulsores del calentamiento global, y reducirlas es fundamental para cumplir con los compromisos internacionales de mitigación del cambio climático (ONU, 2015). Según la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2022), cada kilovatio-hora (kWh) generado a partir de energía solar en lugar de combustibles fósiles evita entre 400 y 600 gramos de emisiones de CO₂. Al instalar sistemas solares en las escuelas, se reduciría la dependencia de fuentes de energía convencionales que generan emisiones significativas de CO₂.

En el caso de Quindío, donde las escuelas públicas consumen energía proveniente de fuentes mixtas, la transición a energía solar permitirá a cada institución contribuir activamente a la reducción de la huella de carbono regional. Esto no solo impacta el ambiente local, sino que también contribuye a la sostenibilidad global, alineándose con las políticas nacionales de reducción de emisiones (Ministerio de Minas y Energía de Colombia, 2020).

Gestión de los paneles solares al finalizar el proyecto

La vida útil de los paneles solares generalmente oscila entre 20 y 25 años, tras lo cual es crucial disponer de estrategias de gestión responsable para minimizar su impacto ambiental. Los materiales presentes en los paneles, como el aluminio, el vidrio y ciertos semiconductores, pueden ser reciclados (Chowdhury *et al.*, 2020). Implementar un plan de reciclaje adecuado evita que los residuos lleguen a los vertederos y permite recuperar materiales valiosos, contribuyendo a un ciclo de vida más sostenible para el equipo.

La Comisión Europea (2021) recomienda fomentar políticas de reciclaje que incluyan la responsabilidad extendida del productor para equipos fotovoltaicos, algo que también podría adaptarse al contexto colombiano. Establecer alianzas con empresas recicladoras y crear un programa de retorno para los paneles solares al final de su vida útil garantizaría una correcta disposición y la recuperación de materiales, evitando así efectos negativos en el medioambiente.

Aspectos favorables para la implementación de paneles solares

La energía solar presenta múltiples ventajas frente a la energía convencional. En primer lugar, al no depender de combustibles fósiles, evita la emisión de gases contaminantes que impactan la calidad del aire y el cambio climático (REN21, 2022). En segundo lugar, una vez instalados, los sistemas solares no requieren agua para su operación, lo cual es especialmente ventajoso en comparación con algunas plantas de energía convencionales que utilizan grandes cantidades de agua para enfriar sus sistemas (World Bank, 2019).

Además, los costos de mantenimiento y operación de los paneles solares son reducidos en comparación con los sistemas de generación tradicionales, lo que representa un ahorro a largo plazo para las instituciones educativas (IRENA, 2021). Al implementar paneles solares en las escuelas públicas del Quindío, no solo se reduce el impacto ambiental, sino que se crea una fuente de energía más estable y predecible, reduciendo la dependencia de las fluctuaciones en los precios de la energía convencional.

Por último, esta transición energética representa una oportunidad para fomentar una cultura de la sostenibilidad y la conciencia ambiental en la comunidad escolar. La exposición de los estudiantes a un sistema de energía limpia los involucra directamente en prácticas sostenibles y les permite observar de primera mano los beneficios de la energía renovable, educándolos para un futuro más consciente del entorno.

Este capítulo, por lo tanto, no solo enfatiza los beneficios ambientales directos de la energía solar en términos de reducción de emisiones y gestión de recursos, sino que también destaca su rol educativo y transformador para la comunidad educativa y su entorno.

Estructura organizacional

En este capítulo se presenta la estructura organizacional diseñada para nuestro proyecto de generación de energía fotovoltaica en las instituciones educativas públicas del departamento del Quindío. Con el propósito de asegurar una implementación eficiente, de alta calidad y ajustada a la normativa, se han definido roles específicos que abarcan desde la planificación estratégica y la supervisión hasta la instalación, el mantenimiento y el cumplimiento legal de los sistemas fotovoltaicos. Esta estructura organizativa optimiza el uso de los recursos

humanos, establece un marco claro de responsabilidades y promueve la eficiencia en cada fase del proyecto. Cada rol cumple una función crucial en el éxito de la iniciativa, y a continuación se describen los perfiles clave, incluyendo las responsabilidades, las competencias y la experiencia necesaria para cada posición. Este equipo integral, con personal capacitado en cada área, garantizará un desarrollo efectivo del proyecto, minimizando los riesgos y asegurando la conformidad con las normativas locales y nacionales.

Esta estructura organizativa garantiza la conformación de un equipo integral y capacitado en cada aspecto del proyecto, desde el cumplimiento normativo hasta la instalación técnica, fomentando la eficiencia y el cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad.

Ilustración 22. Organigrama

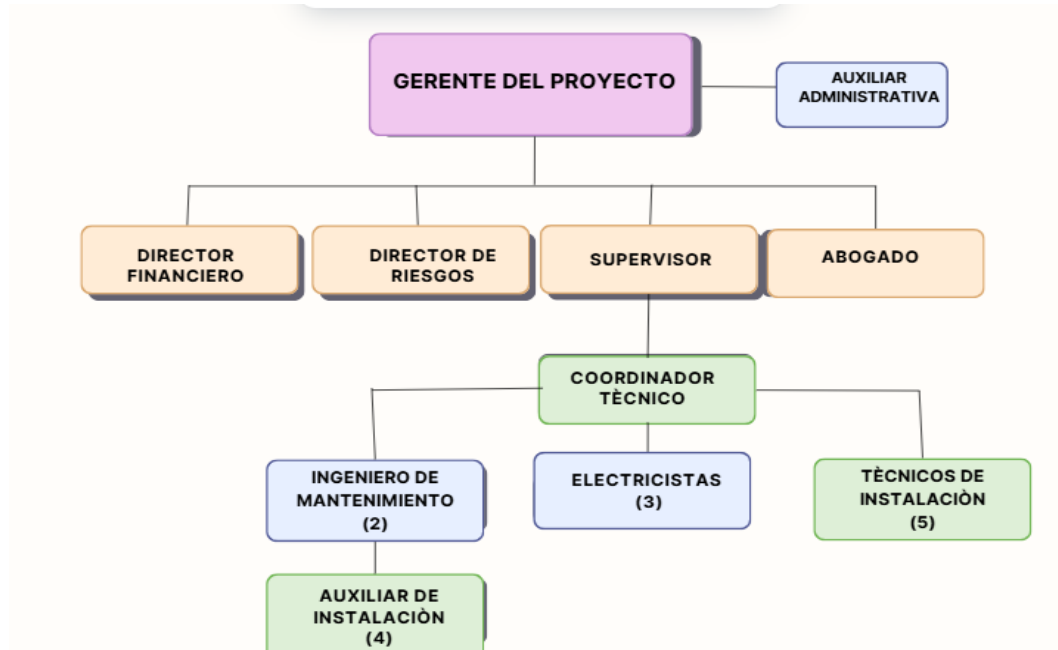


Tabla 6. Estructura organizacional del proyecto

Estructura organizacional del proyecto				
N	Rol	Perfil	Responsabilidades	N personas
1	Gerente de Proyecto	Ingeniero o administrador con 5+ años de experiencia en energías renovables	Planificación y dirección general del proyecto	1
2	Director financiero	Administrador financiero, contador público con experiencia en infraestructura	Gestión financiera y control presupuestario	1
3	Director de riesgos	Administración de riesgos, ingeniero con experiencia en riesgos	Evaluación de riesgos y cumplimiento normativo	1

4	Abogado	Abogado con experiencia en proyectos de infraestructura o energía	Asesorar en temas legales, gestionar contratos y asegurar el cumplimiento de normativas legales y ambientales	1
5	Supervisor del proyecto	Ingeniero eléctrico/civil con experiencia en supervisión	Supervisión de calidad y seguridad en el sitio de instalación	1
6	Coordinador técnico	Ingeniero eléctrico/mecánico con especialización en energías renovables	Diseño y supervisión de instalaciones de sistemas fotovoltaicos	1
7	Ingeniero de mantenimiento	Técnico/ingeniero eléctrico con experiencia en sistemas solares	Mantenimiento preventivo y correctivo de sistemas	2
8	Electricistas	Electricista certificado en instalaciones solares	Conexiones eléctricas seguras y normativas	3
9	Técnicos instaladores	Técnico en instalaciones eléctricas solares	Instalación de paneles solares y equipos complementarios	5
10	Auxiliar de instalación	Auxiliar técnico eléctrico	Apoyo en montaje y manejo de materiales	4
11	Auxiliar administrativo	Auxiliar administrativo, auxiliar en logística	Apoyo logístico y administrativo	1
Total del personal				21

A continuación, se muestra la estructura organizacional detallada, la cual asegura que el proyecto cuente con el personal adecuado en cada área, maximizando la eficiencia en cada fase, desde la planificación y la ejecución hasta el mantenimiento.

Gerente del proyecto

- **Responsabilidades:** Liderar la planificación, la coordinación y la ejecución del proyecto en su totalidad. Supervisar el cumplimiento de los objetivos de calidad, tiempo y presupuesto, y coordinar con las autoridades y los proveedores externos.
- **Perfil:** Profesional en ingeniería, administración o áreas afines, con experiencia mínima de 5 años en proyectos de energías renovables y liderazgo de equipos.
- **Competencias:** Liderazgo, toma de decisiones, gestión de recursos y negociación.

Director financiero

- **Responsabilidades:** Gestionar el presupuesto del proyecto, realizar proyecciones financieras y controlar los costos para asegurar la viabilidad económica.
- **Perfil:** Profesional en finanzas, economía o contabilidad, con experiencia en proyectos de infraestructura o energía.
- **Competencias:** Control financiero, análisis de costos y planificación presupuestaria.

Director de riesgos

- **Responsabilidades:** Identificar, evaluar y proponer planes de mitigación para los riesgos técnicos, financieros, ambientales y de seguridad en el trabajo. Asegurar el cumplimiento de normativas de SST y coordinar con el equipo para implementar prácticas seguras. Monitorear y actualizar los riesgos de SST a medida que avanza el proyecto.

- **Perfil:** Profesional en administración de riesgos o ingeniería, con experiencia en gestión de riesgos en infraestructura o energías renovables.
- **Competencias:** Evaluación de riesgos, análisis regulatorio y gestión de cumplimiento.

Abogado

- **Responsabilidades:** Asesorar en temas legales y contractuales, asegurar el cumplimiento de la normativa y gestionar licencias y permisos requeridos para el proyecto.
- **Perfil:** Abogado con experiencia en proyectos de infraestructura o energías renovables.
- **Competencias:** Asesoría legal, gestión de licencias y contratos.

Supervisor del proyecto

- **Responsabilidades:** Monitorear el progreso del proyecto en campo, asegurar que cada fase cumpla con los estándares de calidad y seguridad, y coordinar a los técnicos y al personal en el sitio de instalación.
- **Perfil:** Ingeniero eléctrico o civil con experiencia en supervisión de proyectos de infraestructura o energía renovable.
- **Competencias:** Supervisión en campo, gestión de equipo y conocimiento en normativas de seguridad.

Coordinador técnico

- **Responsabilidades:** Diseñar y supervisar la instalación de los sistemas fotovoltaicos, asegurando que los equipos cumplan con las especificaciones técnicas y las normativas locales.
- **Perfil:** Ingeniero eléctrico o mecánico especializado en energías renovables, con al menos 3 años de experiencia en energía solar.
- **Competencias:** Diseño técnico, normatividad eléctrica y resolución de problemas.

Ingeniero de mantenimiento

- **Responsabilidades:** Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas solares instalados, optimizando su funcionamiento y prolongando su vida útil.
- **Perfil:** Técnico o ingeniero eléctrico con experiencia en mantenimiento de sistemas fotovoltaicos.
- **Competencias:** Diagnóstico y reparación técnica, conocimientos en paneles solares.

Técnicos instaladores

- **Responsabilidades:** Instalar los paneles solares y equipos complementarios en las instituciones educativas, asegurando la calidad y el cumplimiento de normas de seguridad.
- **Perfil:** Técnicos en instalaciones eléctricas o en sistemas solares, con experiencia en energía fotovoltaica.

- **Competencias:** Instalación de paneles, conocimientos eléctricos y seguridad en instalaciones.

Electricista

- **Responsabilidades:** Realizar las conexiones eléctricas entre los paneles solares y el sistema eléctrico de la institución, cumpliendo con las normativas de seguridad.
- **Perfil:** Electricista certificado en instalaciones solares.
- **Competencias:** Conexiones eléctricas, seguridad en instalaciones y normativas eléctricas.

Auxiliar de instalación

- **Responsabilidades:** Apoyar a los técnicos en el montaje de los paneles y el manejo de herramientas y materiales.
- **Perfil:** Auxiliar técnico con conocimientos básicos en instalaciones eléctricas.
- **Competencias:** Manejo de herramientas, apoyo en instalaciones y seguridad básica.

Auxiliar administrativo

- **Responsabilidades:** Apoyar en la logística y la documentación administrativa, facilitando la gestión y el seguimiento del proyecto.
- **Perfil:** Técnico en administración o en logística, con experiencia en soporte administrativo.
- **Competencias:** Organización, gestión documental y apoyo logístico.

Análisis financiero

El objetivo de este análisis financiero es desarrollar una evaluación integral que permita identificar opciones de financiamiento, definir la estructura de costos, proyectar escenarios financieros y establecer modelos de ingresos para la implementación de sistemas de energía renovable en las instituciones educativas públicas del departamento del Quindío. Este análisis servirá como un marco de referencia para determinar la viabilidad económica del proyecto a largo plazo.

Flujo de pagos de energía sin proyecto (proyectado a 25 años)

- **Flujo de caja 1: Costo de energía convencional**

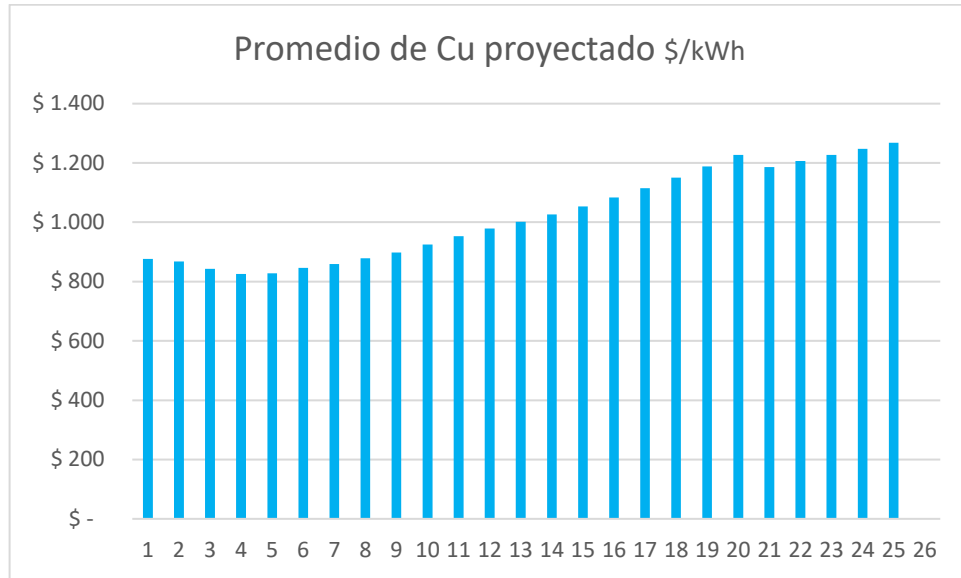
Para realizar este flujo de caja fue necesario proyectar el consumo para cada una de las 27 instituciones educativas, así como la tarifa para los 25 años, que es el horizonte del proyecto. Con el fin de facilitar el análisis fue necesario consolidar para cada uno de los 11 municipios y así poder elaborar el flujo de caja.

A continuación, se mencionan los insumos relevantes para su elaboración:

Consumo promedio kWh de las 27 escuelas: De acuerdo con información de la Empresa de Energía del Quindío, el consumo promedio de energía eléctrica de red convencional corresponde a 469 609 kWh, dato obtenido con base en el consumo de 2022, que fue de 460 658 kWh, y en el 2023, que fue de 478 559 kWh.

El costo unitario promedio por 25 años como proyección de duración del proyecto son 1 022,46 COP/kWh.

Ilustración 23. Costo unitario promedio por 25 años

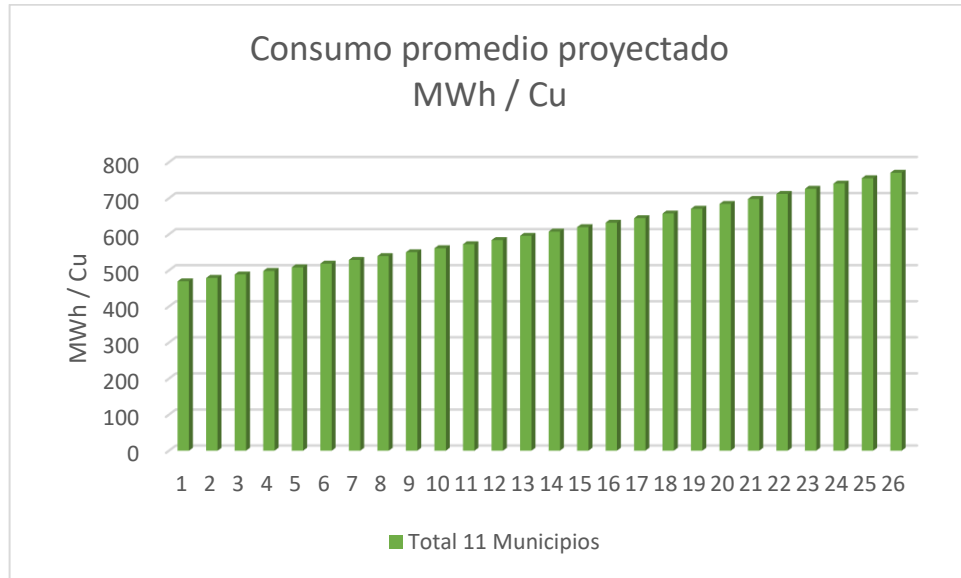


El incremento vegetativo anual corresponde al 2 %; se estima un incremento del costo debido a factores inflacionarios y de demanda energética.

El costo promedio ponderado de capital (WACC) para el 2024 corresponde a una tasa aplicada del 11 %, teniendo en cuenta como factor de descuento el cálculo de valor presente neto (VPN), considerando el riesgo del proyecto y el costo de capital asociado.

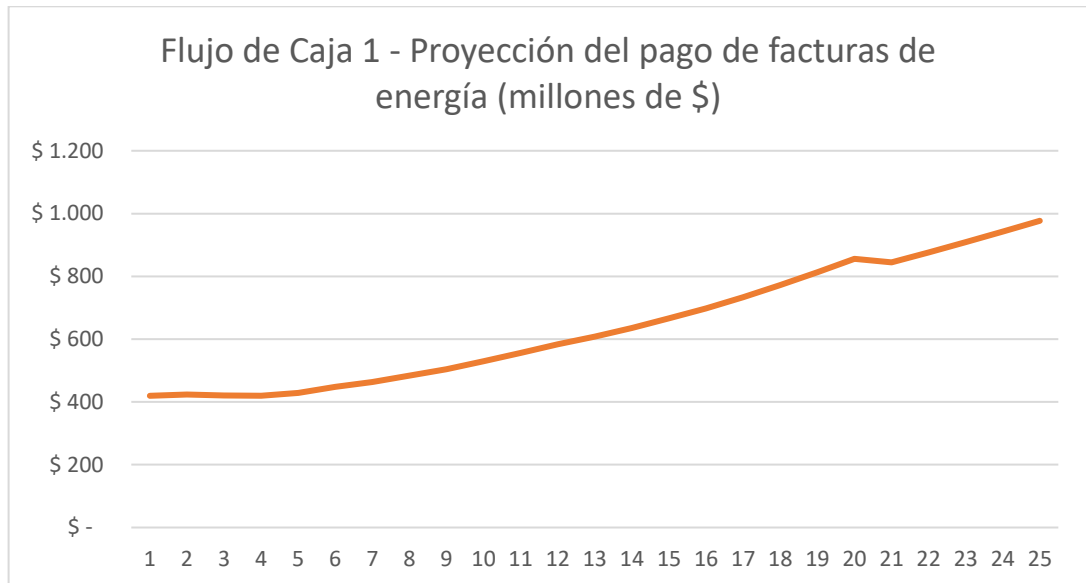
Con un consumo promedio de 41 934 kWh en 27 instituciones educativas del Quindío y una tarifa promedio de 1 022,46 COP por kWh, el resultado del valor presente neto (VPN) de este escenario es de -4 408 908 217 COP.

Ilustración 24. Consumo promedio proyectado de las 27 instituciones educativas del Quindío



Esta VPN refleja el costo total de seguir dependiendo de energía convencional a lo largo de 25 años, como resultado del consumo energético y el incremento de las tarifas.

Ilustración 25. Flujo de caja 1 - Proyección del pago de facturas de energía

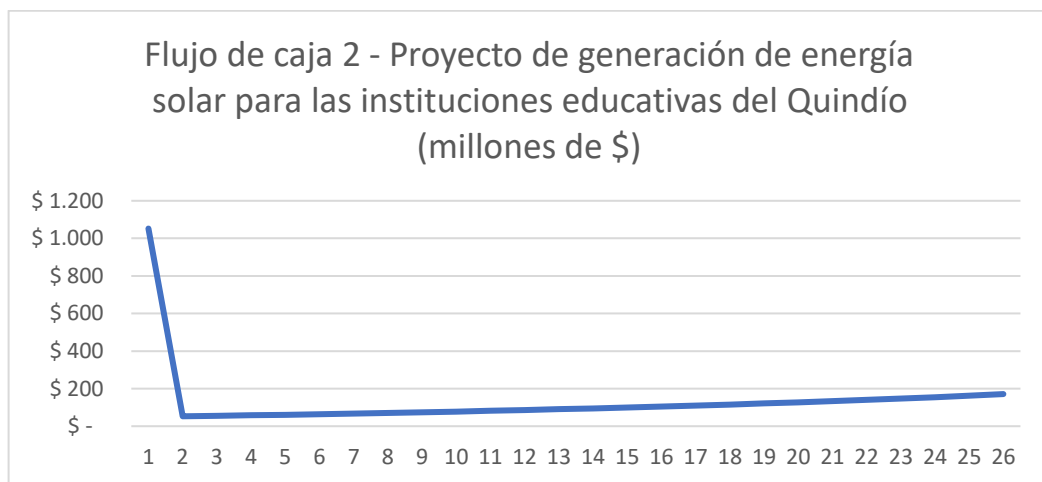


- **Flujo de caja 2: Proyecto de generación de energía solar (pagos de inversión inicial, mano de obra, transportes municipales y mantenimientos)**

Este flujo considera la inversión inicial para el sistema fotovoltaico, incluyendo costos de paneles, inversores, estructuras de montaje, instalación, permisos y transporte, junto con el mantenimiento anual que tendrá un incremento del 5 %.

El WACC para este flujo es también del 11 %, y el VPN resultante de esta alternativa es de -\$1 543 474 174 COP, significativamente inferior al VPN del flujo de energía convencional. Este VPN representa el costo neto del sistema solar a lo largo de 25 años, evidenciando la viabilidad del proyecto en comparación con la energía convencional.

Ilustración 26. Flujo de caja 2 - Inversión total del proyecto de generación de energía solar para las instituciones educativas del Quindío



- **Comparación de los flujos de caja:**

Para este proyecto, se desarrollaron dos flujos de caja, ambos con un horizonte de 25 años, que corresponde a la vida útil de los paneles solares. Este análisis busca comparar el costo de seguir utilizando energía convencional con el costo de implementar y mantener un sistema de energía solar, considerando el ahorro en facturas de electricidad y el retorno de inversión.

Ilustración 27. Comparación de flujos de caja

Año	Flujo de Caja 1 - Pago Facturas Energía en las 27 escuelas públicas del Quindío	Flujo de Caja 2 - Proyecto de Generación Energía Solar en las 27 escuelas públicas del Quindío	Flujo de Caja 3 - Incremental
0	\$ -	\$ 1.052.232.500	-\$ 1.052.232.500
1	\$ 419.808.869	\$ 52.830.000	\$ 366.978.869
2	\$ 423.949.826	\$ 55.471.500	\$ 368.478.326
3	\$ 420.107.839	\$ 58.245.075	\$ 361.862.764
4	\$ 419.713.734	\$ 61.157.329	\$ 358.556.405
5	\$ 429.234.566	\$ 64.215.195	\$ 365.019.370
6	\$ 447.741.141	\$ 67.425.955	\$ 380.315.186
7	\$ 463.212.559	\$ 70.797.253	\$ 392.415.307
8	\$ 483.485.577	\$ 74.337.115	\$ 409.148.462
9	\$ 504.144.268	\$ 78.053.971	\$ 426.090.296
10	\$ 529.327.611	\$ 81.956.670	\$ 447.370.941
11	\$ 556.280.895	\$ 86.054.503	\$ 470.226.392
12	\$ 583.199.819	\$ 90.357.228	\$ 492.842.591
13	\$ 608.463.208	\$ 94.875.090	\$ 513.588.118
14	\$ 635.847.651	\$ 99.618.844	\$ 536.228.807
15	\$ 666.048.546	\$ 104.599.786	\$ 561.448.760
16	\$ 698.248.735	\$ 109.829.776	\$ 588.418.959
17	\$ 733.433.030	\$ 115.321.265	\$ 618.111.765
18	\$ 771.808.432	\$ 121.087.328	\$ 650.721.105
19	\$ 812.961.777	\$ 127.141.694	\$ 685.820.083
20	\$ 856.226.388	\$ 133.498.779	\$ 722.727.609
21	\$ 844.305.211	\$ 140.173.718	\$ 704.131.494
22	\$ 876.051.553	\$ 147.182.404	\$ 728.869.149
23	\$ 908.730.025	\$ 154.541.524	\$ 754.188.501
24	\$ 942.365.216	\$ 162.268.600	\$ 780.096.616
25	\$ 976.982.323	\$ 170.382.030	\$ 806.600.293

VPN	-\$ 4.408.908.217	-\$ 1.543.474.174	\$ 2.695.651.884
------------	--------------------------	--------------------------	-------------------------

TIRI	36%
-------------	------------

La resta de los dos flujos anteriores da un flujo de caja incremental, y se calculan los indicadores incrementales como la TIRI y el VPN incremental.

Ilustración 28. Flujo de caja 3 - Incremental

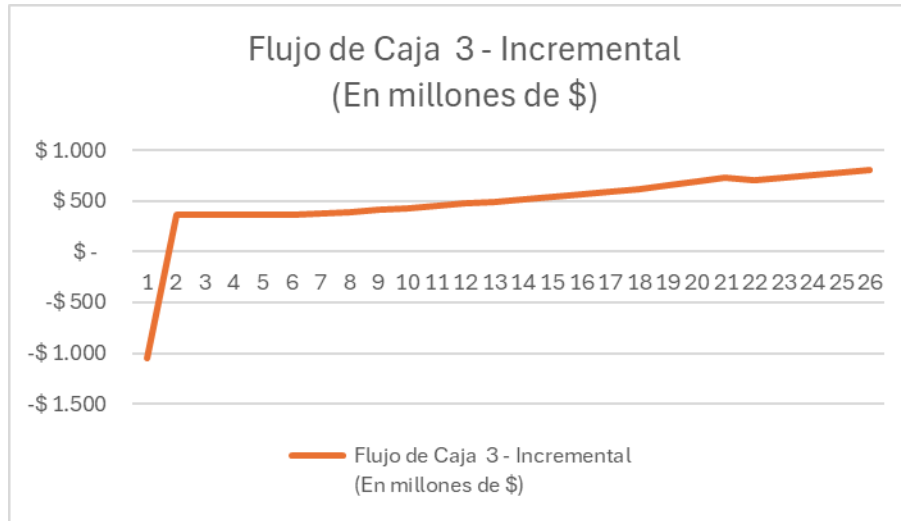


Ilustración 29. Evaluación económica

EVALUACIÓN ECONÓMICA					
Flujo de Caja # 1		Flujo de Caja # 2		Flujo de Caja # 3 Incremental	
Costo Facturas Energía		Proyecto de Generación			
WACC 2024	11%	WACC 2024	11%	TIRI	36%
VPN	-\$ 4.409	VPN	-\$ 1.543	VPN incremental	\$ 2.696

En conclusión, la solución de generación solar para las 27 instituciones educativas del Quindío es viable teniendo en cuenta lo siguiente:

- El VPN incremental es positivo, lo que significa que el proyecto de generación de energía solar (flujo de caja 2) es viable, ya que es más rentable que pagar el costo de las facturas de energía (flujo de caja 1) de las 27 instituciones educativas del Quindío.

- La TIRI del 36 % es > el WACC del 11 %, lo que significa que el proyecto de generación de energía solar (flujo de caja 2) es viable comparado con el costo de las facturas de energía (flujo de caja 1) de las 27 instituciones educativas del Quindío.

Matriz de riesgos

El objetivo de este capítulo es elaborar una matriz de riesgos que permita identificar, clasificar, describir y evaluar los riesgos asociados al proyecto de energía solar para las escuelas públicas del Quindío. La matriz considera la probabilidad y el impacto de cada riesgo y sus efectos potenciales, y propone medidas de mitigación adecuadas para minimizar su impacto en el proyecto.

Identificación de riesgos

La identificación de los riesgos se realiza en función de los diferentes ámbitos que pueden afectar al proyecto:

#	Escenario de riesgo
1	R1 Altas tasas de inflación en Colombia o en países en los cuales se producen bienes necesarios para la construcción del proyecto.
2	R2 Cambios en las políticas energéticas del gobierno que afectan las condiciones para la generación de energía solar, la financiación y las condiciones de operación.
3	R3 Modelo financiero erróneo. Uso de supuestos incorrectos o inadecuados en las proyecciones de ingresos, costos, tasas de interés, inflación y otros factores económicos, macroeconómicos, condiciones de mercado energético o variables regulatorias.
4	R4 Retrasos en el cronograma de asignación de capacidad de transporte por parte de la UPME.
5	R5 Negación del punto de conexión por parte de la UPME.

6	R6 Retrasos en las respuestas de entes externos. Baja prioridad otorgada a los proyectos de energía solar en comparación con otras solicitudes y proyectos.
7	R7 Interferencia entre proyectos, coexistencias de proyectos en la misma área geográfica.
8	R8 Problemas de falsas tradiciones, falta de claridad en los derechos de propiedad, sucesiones o líos jurídicos que impidan un aseguramiento del predio a corto plazo.
9	R9 Falta de personal con experiencia específica en proyectos de generación de energía solar.
10	R10 Cambios en las tasas de interés.
11	R11 Escenarios de devaluación/revaluación del peso colombiano que varíen el costo de los equipos y los materiales importados.
12	R12 Normatividad ambiental que exija cambios en el diseño, la construcción y la operación de las plantas solares.
13	R13 Desconocimiento de la gestión predial, de suelos, ambiental, entre otros aspectos, enfocada en los proyectos de energía solar.
14	R14 Condiciones geológicas e hidráulicas que limiten la ejecución del proyecto en el terreno seleccionado.
15	R15 Errores en los datos técnicos y comerciales del proyecto.
16	R16 Oposición de los grupos de interés o de la comunidad.

Clasificación de riesgos

Cada riesgo identificado se clasifica de acuerdo con su probabilidad de ocurrencia y su impacto en el proyecto, utilizando las siguientes escalas:

Valor	Clasificación	Probabilidad estadística	Descripción	Frecuencia
5	Muy alta	Mayor del 50%	El evento ocurre permanentemente	Más de 10 veces al año.
4	Alta	28% - 50%	El evento se presenta con cierta regularidad. Ocurre muchas veces	Entre 1 vez y 10 veces al año.
3	Media	16% - 27%	Evento que se presenta en forma esporádica. Ocurre varias veces.	Una vez entre 1 y 5 años.
2	Baja	2% - 15%	Evento no habitual. Poco frecuente	Una vez entre los 5 y los 20 años.
1	Muy baja	Menor de 2%	Evento que ocurre en forma excepcional. Muy difícil que ocurra	Una vez en 20 o más años.

Esta clasificación permite identificar y priorizar los riesgos más críticos, de manera que los esfuerzos de mitigación se concentren en aquellos con mayor probabilidad de ocurrencia y mayor impacto potencial. Además, se evalúan las consecuencias para calcular el nivel de riesgo inicial del proyecto, lo cual facilita la focalización en los riesgos más significativos y optimiza la asignación de recursos para su gestión.

Criterios de impacto

Costo/recurso financiero:

Para los proyectos de ingeniería (construcción), la escala se define como un porcentaje del valor del proyecto. Inicialmente se toma entre un 10 % y un 20 % del valor del proyecto para la clasificación máxima.

**Parámetros sugeridos para
costo/recurso financiero**

Criterios		
Costo	mínimo	maxímo
Máxima	10%	
Mayor	5%	10%
Moderada	2,5%	5%
Menor	1,25%	2,5%
Mínima		1,25%

Tiempo:

Se aplica para proyectos de ingeniería y se define la escala como un porcentaje de la duración del proyecto. Inicialmente se toma entre un 10 % y un 20 % de la duración del proyecto para la clasificación máxima.

Parámetros sugeridos para tiempo

Criterios		
Tiempo	mínimo	maxímo
Máxima	10%	
Mayor	5%	10%
Moderada	2,5%	5%
Menor	1,25%	2,5%
Mínima		1,25%

Evaluación y cuantificación de riesgos

A continuación, se realizan la evaluación y la cuantificación de los riesgos, incluyendo costos adicionales tanto en la inversión inicial como en los costos operativos del proyecto.

#	Escenario de riesgo	Impacto relevante	P	C	Nivel
1	R1 Altas tasas de inflación en Colombia y/o países en los cuales se producen bienes necesarios para la construcción del proyecto	Costo / Recurso Financiero	Media	Mínima	Aceptable
2	R2 Cambios en las políticas energéticas del gobierno que afectan las condiciones para la generación de energía solar, financiación y condiciones de operación	Costo / Recurso Financiero	Baja	Moderada	Tolerable
3	R3 Modelo financiero erróneo, Uso de supuestos incorrectos o inadecuados en las proyecciones de ingresos, costos, tasas de interés, inflación y otros factores económicos, macroeconómicos, condiciones de mercado energético o variables regulatorias	Costo / Recurso financiero	Muy baja	Menor	Aceptable
4	R4 Retrasos en cronograma de asignación de capacidad de transporte por parte de UPME	Costo / Recurso financiero	Alta	Menor	Tolerable
5	R5 Negación del punto de conexión por parte de UPME	Costo / Recurso financiero	Media	Mayor	Alto
6	R6 Retrasos en respuestas de entes externos, Baja prioridad otorgada a los proyectos de energía solar en comparación con otras solicitudes y proyectos.	Costo / Recurso financiero	Baja	Menor	Aceptable
7	R7 Interferencia entre proyectos, coexistencias de proyectos en la misma área geográfica	Tiempo	Baja	Mínima	Aceptable
8	R8 Problemas de falsas tradiciones, falta de claridad en los derechos de propiedad, sucesiones o litios jurídicos que impidan un aseguramiento del predio a corto plazo.	Tiempo	Media	Moderada	Tolerable
9	R9 Falta de personal con experiencia específica en proyectos de generación de energía solar	Costo / Recurso financiero	Media	Moderada	Tolerable
10	R10 Cambios en las tasas de interés	Costo / Recurso financiero	Media	Mínima	Aceptable
11	R11 Escenarios de devaluación/revaluación del peso colombiano que varíen el costo de equipos y materiales importados	Costo / Recurso financiero	Baja	Mínima	Aceptable
12	R12 Normatividad ambiental que exija cambios en el diseño, construcción y operación de las plantas solares	Tiempo	Media	Moderada	Tolerable
13	R13 Desconocimiento de gestión predial, de suelos, ambiental, entre otros enfocada en proyectos de energía solar	Tiempo	Media	Moderada	Tolerable
14	R14 Condiciones geológicas e hidráulicas que limiten la ejecución del proyecto en el terreno seleccionado	Tiempo	Media	Moderada	Tolerable
15	R15 Errores en los datos técnicos y comerciales del Proyecto	Costo / Recurso financiero	Baja	Mínima	Aceptable
16	R16 Oposición de los grupos de interés o de la comunidad	Tiempo	Media	Moderada	Tolerable

Mapa de riesgos

A continuación, se presenta la matriz de riesgos que utilizaremos para este análisis, organizada de acuerdo con los distintos tipos de riesgos, su clasificación y las estrategias de mitigación recomendadas.

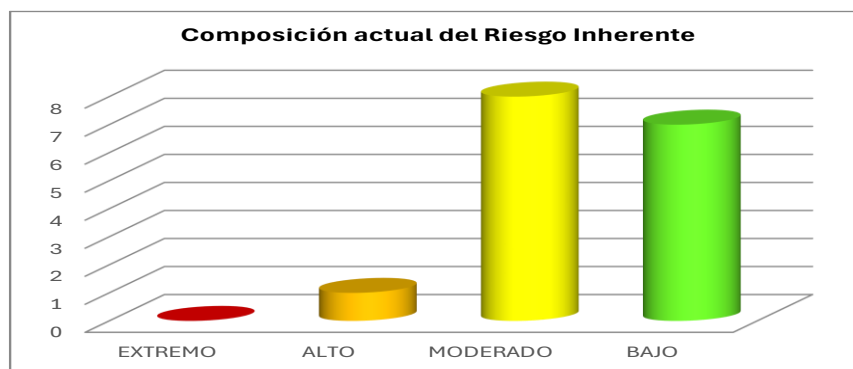
Tabla 7. Perfil de riesgo inherente

Perfil de Riesgo Inherente

Mapa de Calor		Consecuencia				
		Mínima	Menor	Moderada	Mayor	Máxima
Probabilidad		1	2	3	4	5
Muy alta	5					
Alta	4		R4			
Media	3	R1		R8, R9, R12, R13, R14, R16	R5	
Baja	2	R7	R6	R2		
Muy baja	1		R3, R10, R11, R15			

Composición actual del Riesgo Inherente	
EXTREMO	0
ALTO	1
MODERADO	8
BAJO	7
Total	16

Ilustración 30. Composición actual del riesgo inherente



Estrategias de mitigación

A cada riesgo identificado y evaluado se le asignan estrategias de mitigación, definiendo acciones preventivas para cada tipo de riesgo, y en caso de que sea necesario, también acciones correctivas y las recomendaciones que se deban tener en cuenta.

Tabla 8. Escenarios de riesgos

#	Escenario de riesgo	Controles preventivos existentes	Controles correctivos existentes	Recomendaciones	valor	Nivel control
1	R1 Altas tasas de inflación en Colombia y/o países en los cuales se producen bienes necesarios para la construcción del proyecto.	1. Suscripción de contratos de venta de energía a largo plazo con precios fijos o ajustados por inflación para asegurar ingresos estable	1. Realizar seguimiento al presupuesto 2. Incluir % de contingencia en modelo financiero para cubrimiento de posibles fluctuaciones	1. Uso de instrumentos financieros para cubrirse contra la inflación y fluctuaciones en el tipo de cambio 2. Establecimiento de reservas financieras para cubrir aumentos inesperados en costos, disminuciones en ingresos y contingencias	3	Medio

#	Escenario de riesgo	Controles preventivos existentes	Controles correctivos existentes	Recomendaciones	valor	Nivel control
2	R2 Cambios en las políticas energéticas del gobierno que afectan las condiciones para la generación de energía solar, financiación y condiciones de operación.	1. Actualización permanente de modelos financieros, incluyendo % de contingencias y reevaluación de viabilidad financiera 2. Relacionamiento con las entidades regulatorias y de planeamiento eléctrico	1. Monitoreo continuo de las normativas y políticas gubernamentales para anticipar cambios y plantear acciones de adaptación 2. Dar cumplimiento a los cambios normativos y regulatorios 3. Modelamiento financiero con escenarios normativos y regulatorios actuales	1. Contratar asesores legales y expertos en regulación para asegurar el cumplimiento y asesorar sobre las mejores prácticas y estrategias. 2. Adquirir seguros específicos que cubran riesgos regulatorios y establecer garantías financieras para cubrir posibles sanciones o multas. 3. Incluir cláusulas en los contratos que permitan ajustes o renegociaciones en caso de cambios regulatorios significativos. 4. Desarrollar y mantener planes de contingencia para diferentes escenarios de cambios normativos, asegurando una respuesta rápida y efectiva. 5. Diseñar el proyecto con flexibilidad para adaptarse rápidamente a cambios en las normativas sin incurrir en grandes costos adicionales.	8	Alto

#	Escenario de riesgo	Controles preventivos existentes	Controles correctivos existentes	Recomendaciones	valor	Nivel control
3	R3 Modelo financiero erróneo, Uso de supuestos incorrectos o inadecuados en las proyecciones de ingresos, costos, tasas de interés, inflación y otros factores económicos, macroeconómicos, condiciones de mercado energético o variables regulatorias.	1. Estimar contingencias presupuestales y escenarios conservadores en el modelo financiero 2. Actualización constante de las proyecciones financieras y escenarios macroeconómicos. 3. Participación de un equipo multidisciplinario para el modelamiento financiero 4. Benchmarking con desarrolladores y financiadores de proyectos de generación de energía 5. Monitoreo de costos en el mercado 6. Comunicación constante con las instituciones educativas, para reconocimiento de expectativas	1. Re evaluación, ajustes técnicos y comerciales de inversión para dar factibilidad al proyecto 2. Revisión constante de precios de mercado para inclusión y ajuste del modelo financiero	1. Involucrar a expertos financieros con experiencia en proyectos de energía solar para desarrollar y revisar el modelo financiero. 2. Realizar revisiones exhaustivas y validaciones independientes del modelo financiero para asegurar su precisión y solidez. 3. Capacitación del Equipo: Capacitar al equipo financiero en mejores prácticas de modelización financiera y en el uso de herramientas analíticas avanzadas. 4. Monitoreo Continuo: Establecer un sistema de monitoreo continuo del desempeño financiero del proyecto para detectar y corregir desviaciones de manera oportuna. 5. Incorporación de Margen de Seguridad Incluir márgenes de seguridad en las proyecciones financieras para cubrir posibles variaciones inesperadas en los costos e ingresos.	2	Alto

#	Escenario de riesgo	Controles preventivos existentes	Controles correctivos existentes	Recomendaciones	valor	Nivel control
4	R4 Retrasos en cronograma de asignación de capacidad de transporte por parte de UPME.	1. Seguimiento a supuestos incluidos en modelo financiero (tiempos, costos, tipo de contratación, estudios, diseños)	1. Solicitud de ampliación de fecha de puesta en operación del proyecto 2. Ajustar el cronograma del tiempo estimado para la ejecución del proyecto		8	Bajo

#	Escenario de riesgo	Controles preventivos existentes	Controles correctivos existentes	Recomendaciones	valor	Nivel control
5	R5 Negación del punto de conexión por parte de UPME.	1. Contratación de Estudio de conexión con firma especializada 2. Revisión entregables parciales de Estudio de conexión conforme la normativa aplicable 3. Pago a contratista de Estudio de conexión en etapa posterior a solicitud de aclaraciones por parte de UPME	1. Hacer uso de recursos de reconsideración para la viabilidad técnica del proyecto	1. Consideración de ejecución de proyectos con menor escala	24	Medio

#	Escenario de riesgo	Controles preventivos existentes	Controles correctivos existentes	Recomendaciones	valor	Nivel control
6	R6 Retrasos en respuestas de entes externos. Baja prioridad otorgada a los proyectos de energía solar en comparación con otras solicitudes y proyectos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar requerimientos con oportunidad a las entidades externas 2. Estudio de la normas aplicables a las consultas con entes externos 3. Asegurar que toda la documentación presentada sea completa, correcta y cumpla con todos los requisitos para evitar retrasos por correcciones 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elevar recursos de reposición o PQR 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Relacionamiento continuo con las entidades externas clave, incluyendo reuniones regulares para discutir el progreso y resolver problemas 2. Implementar un sistema de seguimiento y gestión para monitorear el estado de las solicitudes y mantener una comunicación regular con las entidades externas. 3. Realizar evaluaciones periódicas del impacto potencial de los retrasos y ajustar el plan del proyecto en consecuencia para mitigar efectos adversos. 	4	Bajo

#	Escenario de riesgo	Controles preventivos existentes	Controles correctivos existentes	Recomendaciones	valor	Nivel control
7	R7 Interferencia entre proyectos, coexistencias de proyectos en la misma área geográfica.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Emitir consultas ante las entidades externas involucradas (alcaldías y curadurías municipales, ICANH, UNV, ART, PNN, ANI, ANH, ANM, Aerocivil, Mincultura, CRQ, entre otras) de orden nacional o departamental para identificar interferencias entre proyectos 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Búsqueda de nuevos terrenos para la implantación del proyecto ante existencia de interferencias 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estructurar contrato para ejecutar trámites de coexistencia, legales y ambientales 2. Realizar acciones y comunicación entre los diferentes proyectos y sus respectivas administraciones 3. Identificar por lo menos 3 alternativas de predios que no cuenten o en menor medida con coexistencias de algún tipo 	2	Medio

#	Escenario de riesgo	Controles preventivos existentes	Controles correctivos existentes	Recomendaciones	valor	Nivel control
8	R8 Problemas de falsas tradiciones, falta de claridad en los derechos de propiedad, sucesiones o los jurídicos que impidan un aseguramiento del predio a corto plazo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Socialización de memorandos de entendimiento para la asegurar la negociación predial 2. Comunicación constante con dueños de terreno para socialización de avances 3. Realizar la planificación y gestión del aseguramiento predial y servidumbres desde la primera etapa del proyecto para evitar retrasos importantes 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Búsqueda de nuevos terrenos para la implantación del proyecto ante existencia de interferencias 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar predios alternativos en donde se pueda ejecutar el proyecto. 2. Ejecutar estudios e ingenierías a riesgo que identifiquen las restricciones prediales y ambientales. 3. Reestructuración de la ingeniería conceptual y básica, ante señales de materialización del riesgo 4. Realizar procesos de debida diligencia para verificar la titularidad del terreno y la existencia de servidumbres antes de adquirir o arrendar terrenos 5. Contratar asesores legales con experiencia en derecho inmobiliario y normativas locales para asegurar la validez y claridad de los derechos de propiedad y servidumbres. 	12	Muy bajo

#	Escenario de riesgo	Controles preventivos existentes	Controles correctivos existentes	Recomendaciones	valor	Nivel control
9	R9 Falta de personal con experiencia específica en proyectos de generación de energía solar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Almacenamiento de documentación en carpetas públicas o sistemas de información en la nube 2. Capacitación en los temas relevantes del proyecto 3. Benchmarking con desarrolladores de proyectos de generación 4. Asesoría/mentoría por expertos en Proyectos e Ingeniería Generación. 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Contactar con asesores y consultores que tengan experiencia comprobada en la gestión de proyectos de generación de energía solar. 2. Documentar y aplicar lecciones aprendidas de proyectos anteriores para evitar repetir errores y mejorar continuamente. 3. Realizar auditorías y revisiones periódicas del proyecto para identificar y corregir problemas de gestión a tiempo. 4. Desarrollar planes de contingencia para abordar posibles problemas y desviaciones en el proyecto de manera oportuna. 	12	Medio

#	Escenario de riesgo	Controles preventivos existentes	Controles correctivos existentes	Recomendaciones	valor	Nivel control
10	R10 Cambios en las tasas de interés	<ol style="list-style-type: none"> 1. Actualización constante de las proyecciones financieras 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar seguimiento al presupuesto 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suscripción de contratos a tasa fija para financiar el proyecto y minimizar el riesgo de aumento en tasas de interés 	3	Medio

#	Escenario de riesgo	Controles preventivos existentes	Controles correctivos existentes	Recomendaciones	valor	Nivel control
11	R11 Escenarios de devaluación/revaluación del peso colombiano que varíen el costo de equipos y materiales importados	<ol style="list-style-type: none"> 1. Actualización constante de las proyecciones financieras 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incluir % de contingencia en modelo financiero para cubrimiento de posibles fluctuaciones 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diversificación de proveedores de equipos y materiales para mitigar impactos de variaciones en los costos de importación. 	3	Medio

#	Escenario de riesgo	Controles preventivos existentes	Controles correctivos existentes	Recomendaciones	valor	Nivel control
12	R12 Normatividad ambiental que exija cambios en el diseño, construcción y operación de las plantas solares	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comunicación constante con las instituciones educativas para socialización de avances. 3. Realizar la planificación y gestión del aseguramiento de los permisos requeridos, con el fin de evitar retrasos importantes. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Búsqueda de otras instituciones educativas para la implantación del proyecto, ante existencia de interferencias 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar instituciones educativas alternativas en donde se pueda ejecutar el proyecto. 2. Ejecutar estudios e ingenierías a riesgo que identifiquen las restricciones prediales y ambientales. 3. Reestructuración de la ingeniería conceptual y básica, ante señales de materialización del riesgo 	12	Muy bajo

#	Escenario de riesgo	Controles preventivos existentes	Controles correctivos existentes	Recomendaciones	valor	Nivel control
13	R13 Desconocimiento de gestión predial, de suelos, ambiental, entre otros enfocada en proyectos de energía solar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar la planificación y gestión del aseguramiento predial y servidumbres desde la primera etapa del proyecto para evitar retrasos importantes 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Búsqueda de otras instituciones educativas para la implantación del proyecto, ante existencia de interferencias 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar predios alternativos en donde se pueda ejecutar el proyecto. 2. Ejecutar estudios e ingenierías a riesgo que identifiquen las restricciones prediales y ambientales. 3. Reestructuración de la ingeniería conceptual y básica, ante señales de materialización del riesgo 	12	Muy bajo

#	Escenario de riesgo	Controles preventivos existentes	Controles correctivos existentes	Recomendaciones	valor	Nivel control
14	R14 Condiciones geológicas e hidráulicas que limiten la ejecución del proyecto en el terreno seleccionado	1. Realizar la planificación y gestión del aseguramiento predial y servidumbres desde la primera etapa del proyecto para evitar retrasos importantes	1. Búsqueda de otras instituciones educativas para la implantación del proyecto, ante existencia de interferencias	1. Evaluar predios alternativos en donde se pueda ejecutar el proyecto. 2. Ejecutar estudios e ingenierías a riesgo que identifiquen las restricciones prediales y ambientales. 3. Reestructuración de la ingeniería conceptual y básica, ante señales de materialización del riesgo	12	Muy bajo

#	Escenario de riesgo	Controles preventivos existentes	Controles correctivos existentes	Recomendaciones	valor	Nivel control
15	R15 Errores en los datos técnicos y comerciales del Proyecto	1. Realizar seguimiento permanente a las variaciones que puedan presentarse en Precio, Consumo y especificaciones Técnicas	1. Re evaluación, ajustes técnicos y comerciales de inversión para dar factibilidad al proyecto 2. Realizar seguimiento al presupuesto 3. Incluir % de contingencia en modelo financiero para cubrimiento de posibles fluctuaciones	1. Realizar auditorías independientes que validen los aspectos técnicos y comerciales del proyecto y así poder identificar y corregir posibles errores	3	Medio

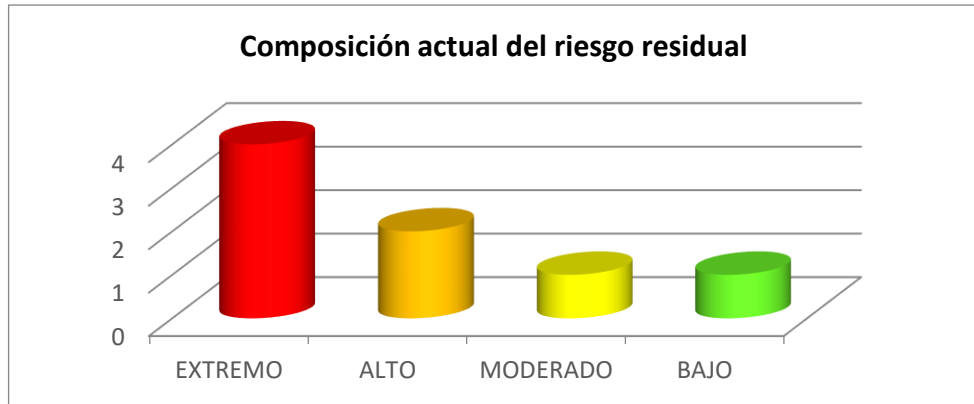
#	Escenario de riesgo	Controles preventivos existentes	Controles correctivos existentes	Recomendaciones	valor	Nivel control
16	R16 Oposición de los grupos de interés o de la comunidad	1. Participar a las comunidades los beneficios del Proyecto.	1. Tener espacios de interacción con las comunidades.	1. Implementar mecanismos de resolución de conflictos y mediación con las comunidades locales, para abordar y resolver disputas rápidamente	12	Muy bajo

Después de implementar todas las medidas de control o mitigación para reducir el impacto o la probabilidad del riesgo original, se presenta el riesgo reducido, que es el riesgo residual del proyecto:

Tabla 9. Perfil de riesgo residual

Perfil de Riesgo Residual						Composición actual del Riesgo Residual		
Mapa de Calor	Probabilidad	Consecuencia					EXTREMO	4
		Mínima	Menor	Moderada	Mayor	Máxima		
		1	2	3	4	5	MODERADO	1
Muy alta	5						BAJO	1
Alta	4						Total	8
Media	3	R2			R1, R4	R3, R10, R11, R15		
Baja	2							
Muy baja	1				R5			

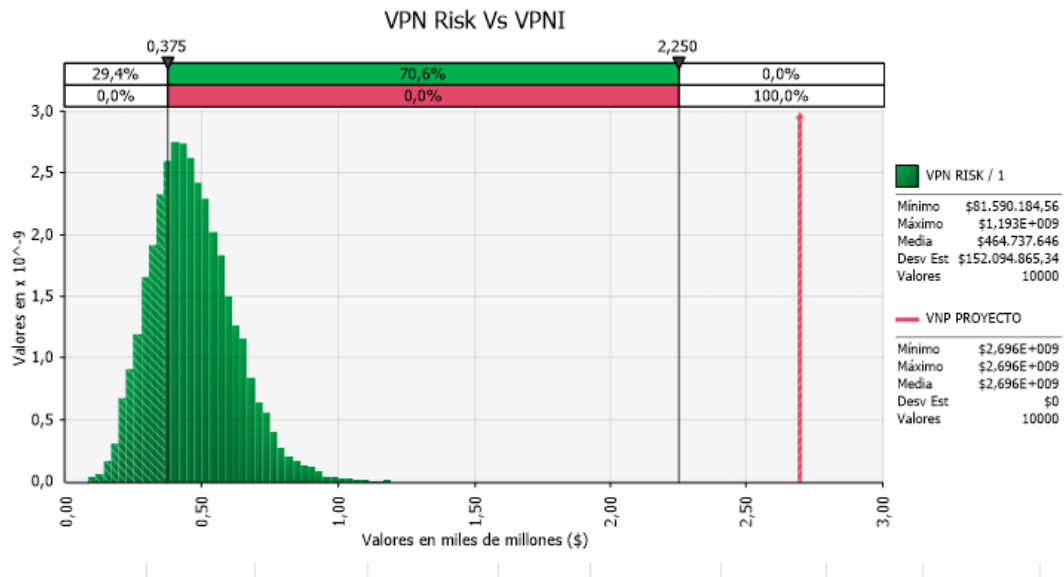
Ilustración 31. Composición actual del riesgo residual



Se propone desarrollar un monitoreo periódico permanente, que permita hacer el seguimiento y el control de los riesgos del proyecto, para poder ajustar las estrategias de mitigación cuando sea necesario.

Modelación del riesgo

Ilustración 32. Modelación del riesgo

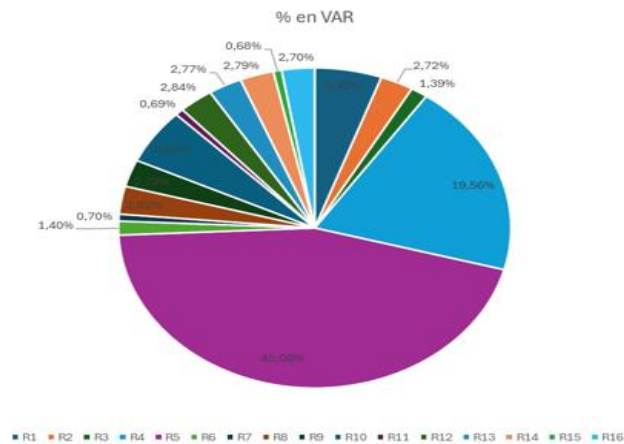


La ilustración evidencia que el valor presente neto (VPN) asociado al riesgo se encuentra significativamente por debajo del VPNI del proyecto. Esto indica que, incluso en caso de que se materialice el riesgo, su impacto sería limitado y no comprometería la viabilidad económica del proyecto. Este comportamiento resalta la solidez financiera del proyecto frente a escenarios adversos, reforzando su carácter rentable y sostenible.

Ilustración 33. Valor esperado (millones)



Ilustración 34 Valor Esperado Porcentaje



Las ilustraciones anteriores presentan un análisis detallado de los riesgos identificados en el proyecto, evidenciando su valor esperado y su porcentaje de contribución al valor en riesgo (VaR).

De acuerdo con la gráfica de valor esperado, los riesgos más significativos en términos de impacto son el riesgo 5 (R5), con 209,52 millones COP; el riesgo 4 (R4), con 90,92 millones COP; y el riesgo 1 (R1), con 25,65 millones COP. Aunque estos riesgos presentan una baja probabilidad de ocurrencia, su potencial impacto en caso de que se materialicen es considerable.

En la ilustración de la distribución porcentual del VaR, los riesgos R5 y R4 son los más destacados, contribuyendo con un 45,08 % y un 19,56 %, respectivamente, al riesgo total del proyecto. El riesgo 1 también tiene una contribución significativa, aunque menor, con un 5,60 % del VaR. Estos riesgos de mayor impacto (R1, R4, y R5) representan un costo total de 329,09 millones COP, equivalente al 68,23 % del impacto total evaluado.

Si bien estos riesgos no comprometerían la viabilidad del proyecto en su totalidad, se recomienda implementar medidas de mitigación específicas para R5, R4 y R1, con el objetivo de reducir aún más su impacto potencial. Este tratamiento permitirá minimizar su contribución al riesgo total del proyecto y garantizar una mayor estabilidad en su ejecución.

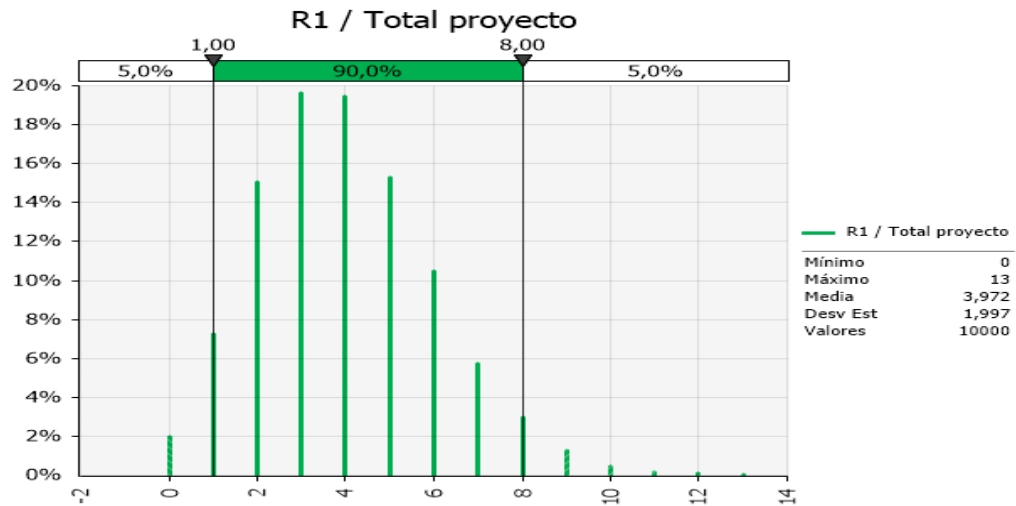
Tabla 10. Plan de mitigación de riesgos con alta calificación

PLAN MITIGACIÓN RIESGOS ALTA CALIFICACIÓN				
N	RIESGO	MITIGACIÓN	PLAN PREVENCIÓN RIESGOS	TRATAMIENTO DE RIESGOS
R 1	Altas tasas de inflación en Colombia y/o países en los cuales se producen bienes necesarios para la construcción del proyecto.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer acuerdos de precios fijos con proveedores clave. 2. Diversificar proveedores para reducir la dependencia de un solo país o región. 3. Utilizar coberturas financieras como swaps o futuros para mitigar el impacto de la inflación. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Monitorear constantemente las tendencias de inflación a nivel nacional e internacional. 2. Establecer contratos con cláusulas de ajuste por inflación predefinidas. 3. Implementar prácticas de compras adelantadas para evitar costos inflacionarios. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ajustar el presupuesto del proyecto para absorber los costos adicionales. 2. Reasignar recursos financieros de manera estratégica para priorizar compras críticas. 3. Reprogramar actividades dependientes de insumos costosos para momentos de menor impacto inflacionario.
R 4	Retrasos en cronograma de asignación de capacidad de transporte por parte de UPME.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar seguimiento regular y actualizado de UPME sobre el cronograma. 2. Incluir márgenes de tiempo adicionales en el cronograma del proyecto. 3. Establecer comunicación constante con UPME para detectar y resolver potenciales cuellos de botella. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asegurar un cronograma detallado con hitos claros para UPME y el proyecto. 2. Realizar auditorías independientes para verificar la viabilidad de los plazos establecidos. 3. Mantener un canal de comunicación directo con UPME para anticipar posibles retrasos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reprogramar actividades internas para minimizar el impacto de los retrasos. 2. Contratar servicios logísticos alternativos en caso de ser necesarios. 3. Escalar el tema a nivel de gobierno o asociaciones del sector para presionar soluciones rápidas.
R 5	Negación del punto de conexión por parte de UPME.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar estudios preliminares para garantizar el cumplimiento de requisitos técnicos del punto de conexión. 2. Desarrollar alternativas de puntos de conexión en ubicaciones estratégicas. 3. Involucrar a UPME desde el inicio del proyecto para evaluar factibilidad de los puntos propuestos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Coordinar con UPME desde la etapa inicial del proyecto para validar puntos de conexión. 2. Realizar simulaciones técnicas previas para asegurar el cumplimiento de las normas. 3. Planificar con suficiente antelación múltiples alternativas viables de conexión. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reevaluar el diseño técnico para ajustarse a las observaciones de UPME. 2. Redirigir esfuerzos hacia un punto de conexión alternativo. 3. Solicitar una revisión de la decisión o establecer un plan de contingencia con apoyo de expertos regulatorios.

A continuación, se presenta una gráfica que ilustra la evaluación de los riesgos identificados en la matriz de riesgos, permitiendo una visualización clara y detallada de su impacto y su probabilidad.

Riesgo 1: Altas tasas de inflación en Colombia o en países en los cuales se producen bienes necesarios para la construcción del proyecto.

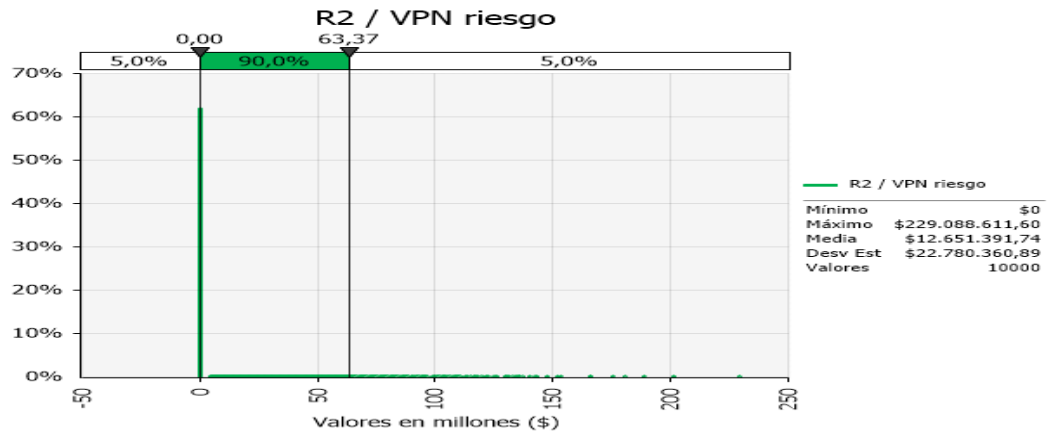
Ilustración 35. R1/total del proyecto



La ilustración muestra la distribución del indicador R1/total del proyecto con una concentración mayoritaria de valores entre 1 y 8, representando el 90 % de los datos. El valor promedio es 3 972, con una desviación estándar de 1 997, lo que indica una dispersión moderada. Los valores extremos menores que 1 o mayores que 8 son poco frecuentes. Esto sugiere que el indicador se comporta de manera estable en su rango central. Se recomienda analizar los factores que generan valores fuera de este rango para mantener la estabilidad del proyecto.

Riesgo 2: Cambios en las políticas energéticas del gobierno que afectan las condiciones para la generación de energía solar, la financiación y las condiciones de operación.

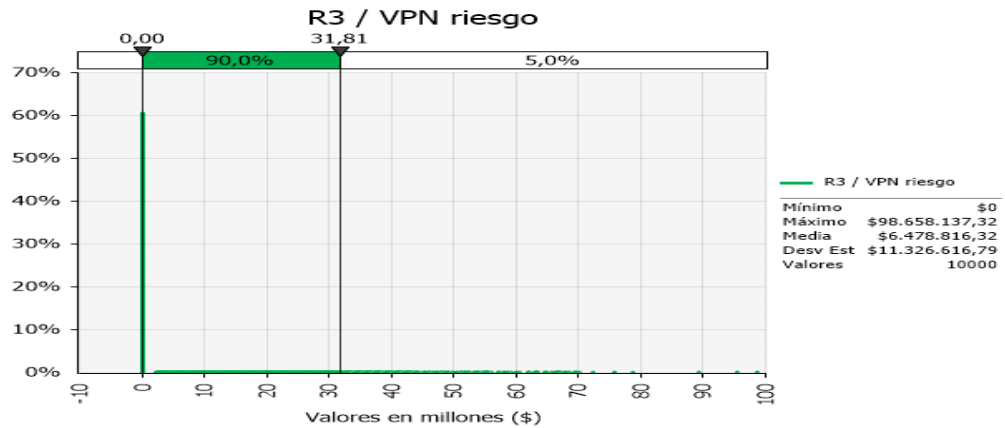
Ilustración 36. R2/VPN riesgo



La ilustración anterior muestra un análisis del riesgo N 2, indicando que hay aproximadamente un 62 % de probabilidad de que el riesgo no se materialice y, por lo tanto, no genere costos. En caso de que ocurra, el rango de materialización estaría entre 0 COP y 229 088 611 COP. En el 95 % de los escenarios simulados, los costos asociados al riesgo se mantienen por debajo de 63,37 millones COP, mientras que solo en un 5 % de los casos se superaría este valor. Esto evidencia un perfil de riesgo controlado, con una alta probabilidad de costos bajos o nulos y un impacto financiero limitado en la mayoría de los escenarios.

Riesgo 3: Cambios en las políticas energéticas del gobierno que afectan las condiciones para la generación de energía solar, la financiación y las condiciones de operación.

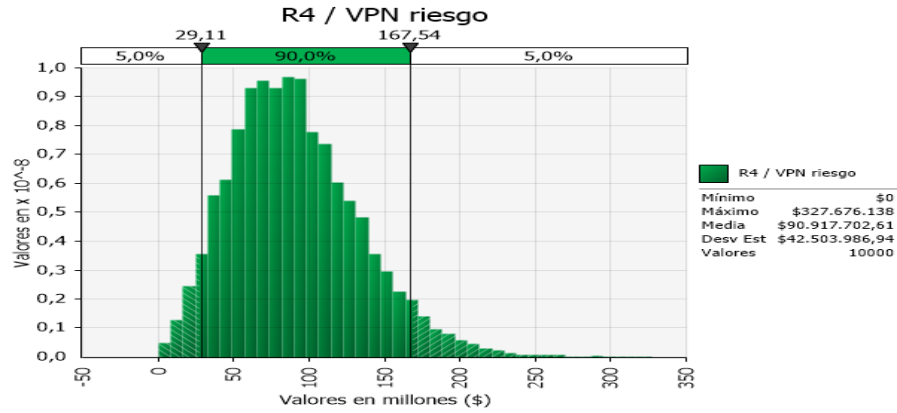
Ilustración 37. R3/VPN riesgo



La ilustración muestra la distribución del indicador R3/VPN riesgo, según la cual el 90 % de los valores se encuentra entre 0 y 31,81 millones COP, con una media de 6 478 816,32 COP y una desviación estándar de 11 326 616,79 COP, lo que indica una alta variabilidad. El valor máximo alcanza 98 658 137,32 COP, pero es poco frecuente, ya que la mayoría de los datos están concentrados cerca del límite inferior. Esto sugiere que, aunque hay valores extremos, la mayoría de los escenarios se mantienen en un rango razonable. Se recomienda analizar las causas de los valores elevados para reducir su impacto potencial.

Riesgo 4: Retrasos en el cronograma de asignación de la capacidad de transporte por parte de la UPME.

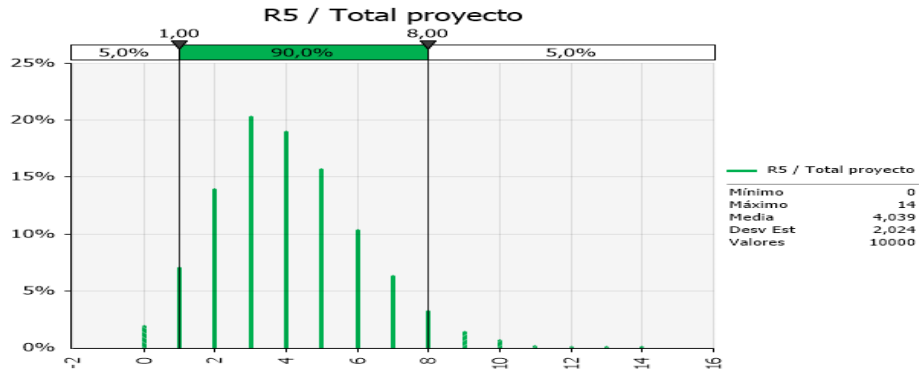
Ilustración 38. R4/VPN riesgo



La ilustración muestra la distribución del indicador R4/VPN riesgo. El 90 % de los valores se encuentra entre 29,11 y 167,54 millones COP, con una media de 90 917 702,61 COP y una desviación estándar de 42 503 986,94 COP, indicando una alta dispersión. El valor máximo es 327 676 138 COP, pero es poco frecuente, mientras que la mayor concentración de datos se encuentra alrededor de la media, lo que sugiere una distribución aproximadamente normal con ligera asimetría positiva. Se recomienda focalizar los análisis en los valores extremos, ya que pueden representar escenarios de alto impacto que requieren atención especial.

Riesgo 5: Negación del punto de conexión por parte de la UPME.

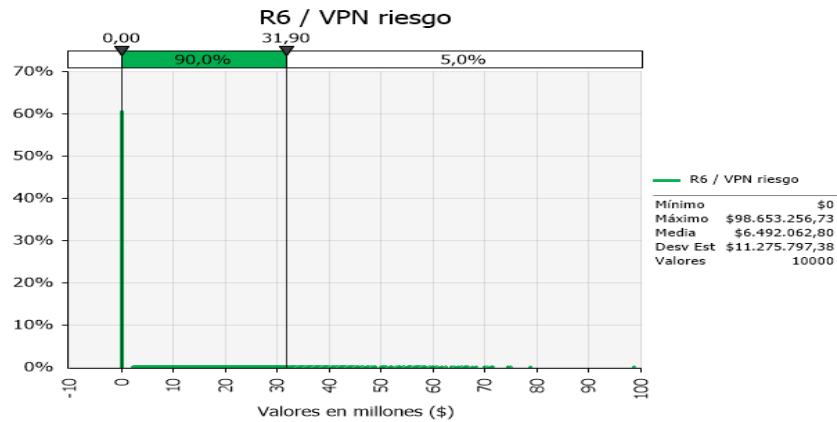
Ilustración 39. R5/total del proyecto



La ilustración muestra la distribución del indicador R5/Total del proyecto, que indica que el 90 % de los valores están entre 1 y 8. La media es de 4 039, con una desviación estándar de 2 024, lo que indica una dispersión moderada. El valor máximo es 14, pero los valores mayores que 8 son poco frecuentes. La mayor concentración de datos está alrededor de la media, con una forma de distribución ligeramente sesgada hacia la derecha. Esto sugiere que el comportamiento del indicador es relativamente estable dentro del rango central. Se recomienda evaluar las causas de los valores extremos para optimizar el rendimiento general del proyecto.

Riesgo 6: Retrasos en las respuestas de los entes externos. Baja prioridad otorgada a los proyectos de energía solar en comparación con otras solicitudes y proyectos.

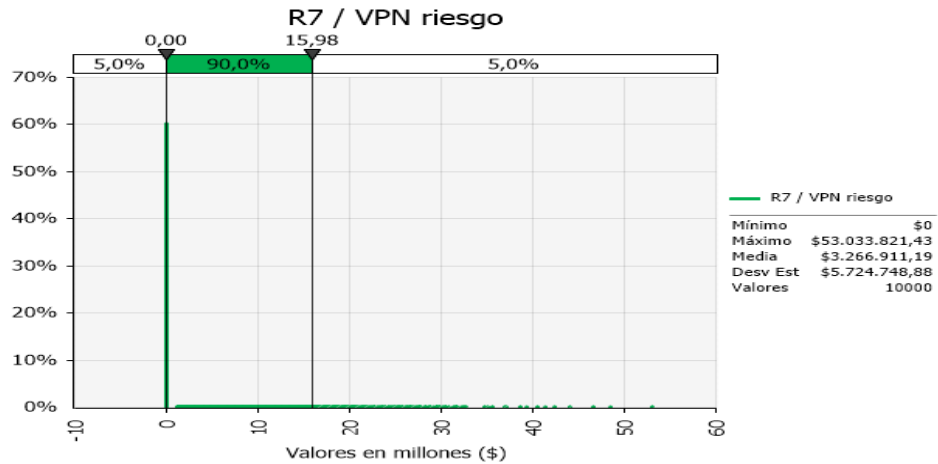
Ilustración 40. R6/VPN riesgo



La ilustración muestra la distribución del indicador R6/VPN riesgo, que indica que el 90 % de los valores está comprendido entre 0 y 31,90 millones COP. La media es de 6 492 062,80 COP y la desviación estándar es de 11 275 797,38 COP, lo que indica una alta dispersión. El valor máximo es 98 653 256,73, pero es poco frecuente, ya que la mayor parte de los datos está concentrada en valores cercanos a 0. Esto sugiere que el indicador tiene un comportamiento asimétrico, con una alta concentración de casos de bajo impacto económico. Es importante analizar los valores más altos, ya que representan escenarios críticos de riesgo que podrían tener un impacto significativo en el proyecto.

Riesgo 7: Problemas de falsas tradiciones, falta de claridad en los derechos de propiedad, sucesiones o litigios jurídicos que impiden un aseguramiento del predio a corto plazo.

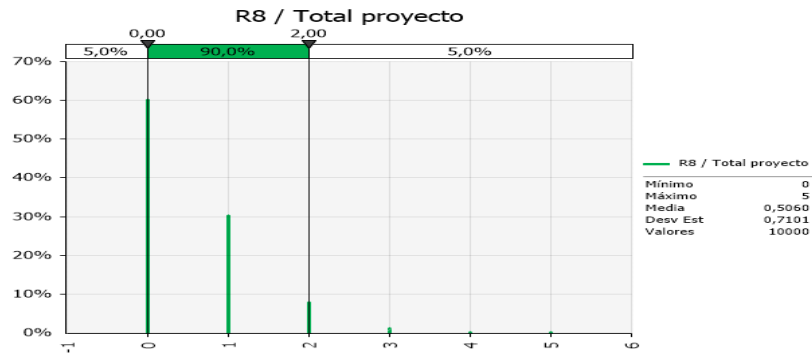
Ilustración 41. R7/VPN riesgo



La ilustración muestra la distribución del indicador R7/VPN riesgo, que indica que el 90 % de los valores está entre 0 y 15,98 millones. La media es de 3 266 911,19 y la desviación estándar es de 5 724 748,88, lo que indica una variabilidad moderada. El valor máximo es 53 033 821,43, pero es muy poco frecuente, ya que la mayor parte de los valores está cerca de 0. Esto sugiere que la mayoría de los escenarios tiene un impacto económico bajo, mientras que los valores extremos representan riesgos puntuales de mayor impacto. Se recomienda un análisis más detallado de estos casos extremos para mitigar los riesgos y optimizar el desempeño del proyecto.

Riesgo 8: Problemas de falsas tradiciones, falta de claridad en los derechos de propiedad, sucesiones o líos jurídicos que impidan un aseguramiento del predio a corto plazo.

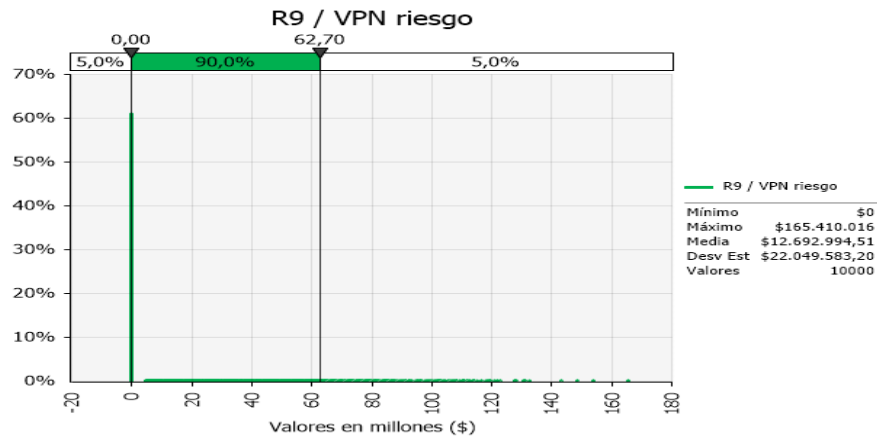
Ilustración 42. R8/total del proyecto



La ilustración muestra la distribución del indicador R8/Total del proyecto, que indica que el 90 % de los valores están comprendidos entre 0 y 2. La media es 0,5060 y la desviación estándar es 0,7101, lo que expresa una baja dispersión en los datos. El valor máximo observado es 5, pero los valores mayores que 2 son extremadamente infrecuentes, y la mayoría se concentra cerca de 0. Esto sugiere que el indicador tiene un impacto limitado en la mayoría de los casos. Se recomienda monitorear los pocos valores extremos para garantizar que no afecten desproporcionadamente el desempeño global del proyecto.

Riesgo 9: Falta de personal con experiencia específica en proyectos de generación de energía solar.

Ilustración 43. R9/VPN riesgo

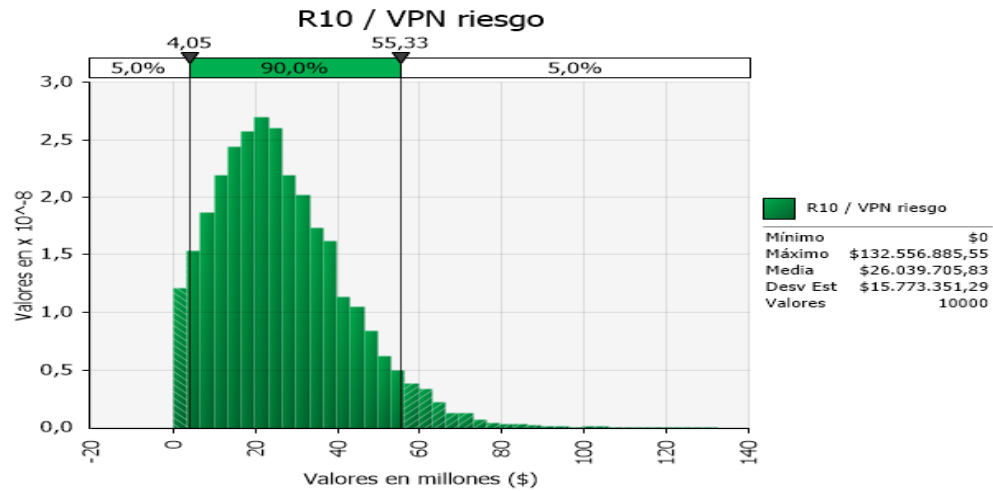


La ilustración muestra la distribución del indicador R9/VPN riesgo, que indica que el 90 % de los valores se encuentra entre 0 y 62,70 millones COP. La media es de 12 692 994,51 COP, con una desviación estándar de 22 049 583,20, lo que refleja una alta dispersión en los datos. El valor máximo alcanza los 165 410 016 COP, pero estos valores extremos son muy poco frecuentes, ya que la mayoría de los datos está concentrada cerca de 0.

Esto quiere decir que el indicador tiene una alta variabilidad, con la mayoría de los escenarios generando impactos económicos bajos, pero con la posibilidad de eventos de alto impacto representados por los valores extremos. Se recomienda realizar un análisis más profundo de estos casos extremos para identificar posibles factores de riesgo subyacentes y estrategias para su mitigación.

Riesgo 10: Cambios en las tasas de interés.

Ilustración 44. R10/VPN riesgo

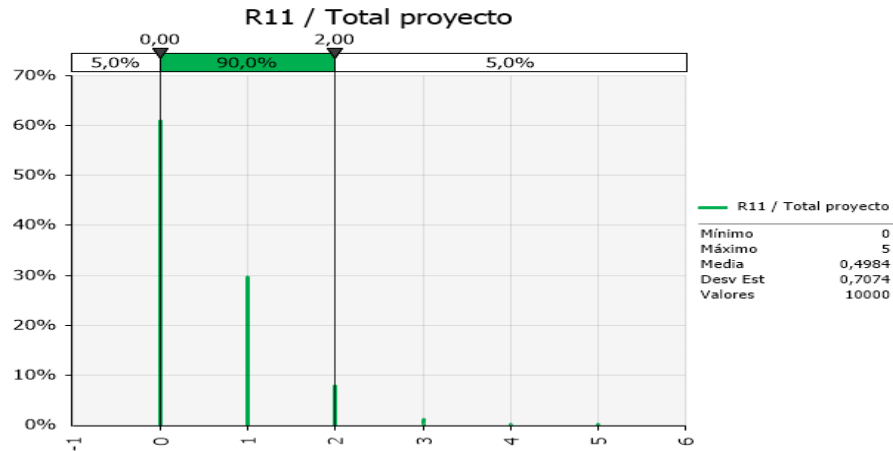


La ilustración muestra la distribución del indicador R10/VPN riesgo, que indica que el 90 % de los valores se encuentra entre 4,05 y 55,33 millones COP. La media es de 26 039 705,83, con una desviación estándar de 15 773 351,29, lo que refleja una dispersión considerable, pero controlada. El valor máximo registrado es 132 556 885,55 COP, aunque los valores extremos mayores que 55,33 son poco frecuentes.

La distribución presenta una mayor concentración de datos alrededor de la media, sugiriendo una forma aproximadamente normal con una ligera asimetría positiva. Esto implica que, aunque la mayoría de los escenarios son moderados, existen riesgos significativos en los valores extremos que podrían tener un impacto considerable. Se recomienda monitorear estos casos extremos e implementar estrategias de mitigación para evitar que afecten desproporcionadamente el desempeño del proyecto.

Riesgo 11: Escenarios de devaluación/revaluación del peso colombiano que varíen el costo de los equipos y los materiales importados.

Ilustración 45. R11/total del proyecto

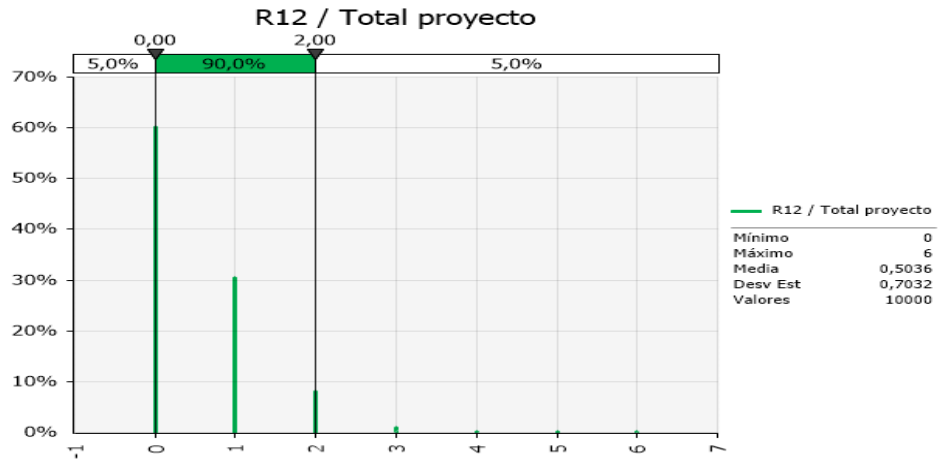


La ilustración muestra la distribución del indicador R11/Total del proyecto, que indica que el 90 % de los valores se encuentra entre 0 y 2. La media es 0,4984, con una desviación estándar de 0,7074, lo que expresa una baja dispersión en los datos. El valor máximo registrado es 5, pero los valores superiores a 2 son extremadamente poco frecuentes.

La mayoría de los datos está concentrada cerca de 0, lo que sugiere un comportamiento predominantemente estable y de bajo impacto del indicador en la mayoría de los casos. Se recomienda monitorear los valores extremos, aunque son poco comunes, para asegurarse de que no representen riesgos desproporcionados para el proyecto.

Riesgo 12: Normatividad ambiental que exija cambios en el diseño, la construcción y la operación de las plantas solares.

Ilustración 46. R12/total del proyecto

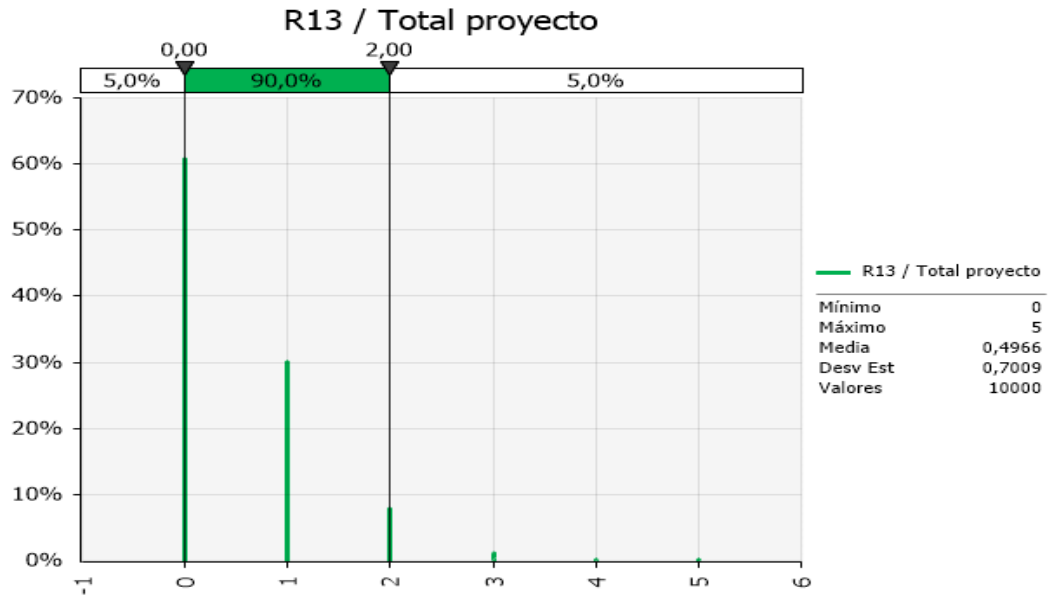


La gráfica muestra la distribución del indicador R12/Total del proyecto, que indica que el 90 % de los valores está entre 0 y 2. La media es 0,5036, con una desviación estándar de 0,7032, lo que indica una baja dispersión en los datos. El valor máximo es 6, pero los valores superiores a 2 son muy poco frecuentes.

La mayoría de los datos se concentra en valores cercanos a 0, lo que refleja un comportamiento estable y de bajo impacto para este indicador en la mayoría de los escenarios. Se recomienda vigilar los valores extremos, aunque son raros, para evitar posibles impactos desproporcionados en el proyecto.

Riesgo 13: Desconocimiento de la gestión predial, de suelos, ambiental, entre otros aspectos, enfocada en los proyectos de energía solar.

Ilustración 47. R13/total del proyecto

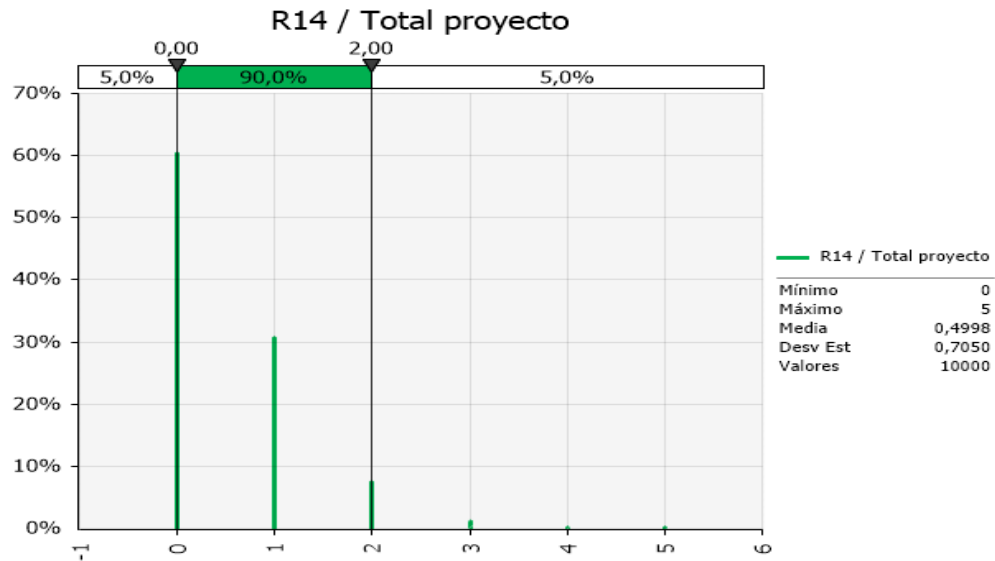


La ilustración muestra la distribución del indicador R13/Total del proyecto, que indica que el 90 % de los valores se encuentra entre 0 y 2. La media es 0,4956, con una desviación estándar de 0,7009, lo que expresa una baja dispersión y un comportamiento consistente. El valor máximo observado es 5, pero los valores superiores a 2 son extremadamente poco frecuentes.

La mayoría de los datos está concentrada cerca de 0, lo que sugiere que el indicador tiene un impacto limitado en la mayoría de los escenarios. Este patrón refleja la estabilidad en el comportamiento del indicador. Sin embargo, se recomienda realizar un monitoreo de los valores extremos, aunque sean raros, para garantizar que no representen riesgos inesperados para el proyecto.

Riesgo 14: Condiciones geológicas e hidráulicas que limiten la ejecución del proyecto en el terreno seleccionado.

Ilustración 48. R14/total del proyecto

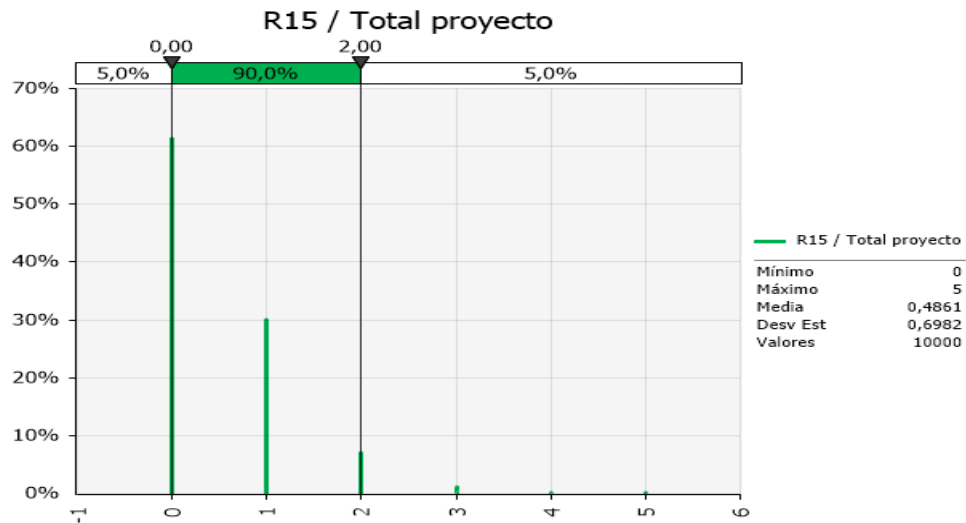


La ilustración muestra la distribución del indicador R14/Total del proyecto, que indica que el 90 % de los valores está entre 0 y 2. La media es 0,4998, con una desviación estándar de 0,7050, lo que expresa una baja dispersión en los datos. El valor máximo registrado es 5, pero los valores superiores a 2 son extremadamente raros.

La mayor concentración de valores está cerca de 0, lo que sugiere que el impacto del indicador en el proyecto es generalmente bajo y estable. Sin embargo, es recomendable monitorear los pocos casos extremos, aunque sean infrecuentes, para asegurar que no generen riesgos desproporcionados que puedan afectar negativamente al proyecto.

Riesgo 15: Escenarios de devaluación/revaluación del peso colombiano que varíen el costo de los equipos y los materiales importados.

Ilustración 49. R15/total del proyecto



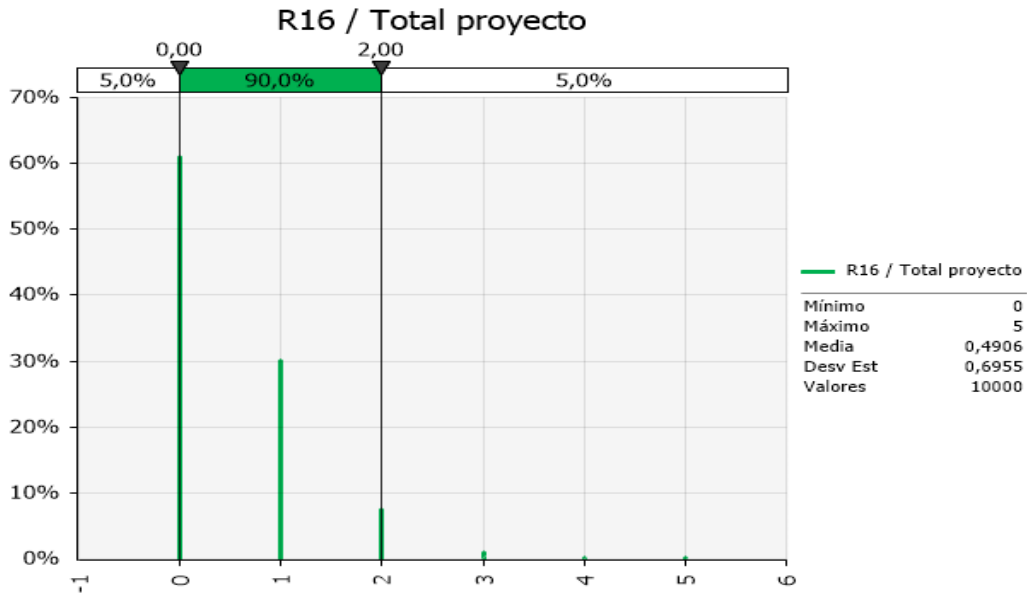
La ilustración muestra la distribución del indicador R15/Total del proyecto, que indica que el 90 % de los valores está entre 0 y 2. La media es 0,4861, con una desviación estándar de 0,6982, lo que refleja una baja dispersión en los datos. El valor máximo observado es 5, pero los valores superiores a 2 son extremadamente poco frecuentes.

La mayoría de los datos está concentrada cerca de 0, lo que indica un impacto generalmente bajo y estable del indicador en el proyecto. Aunque los casos extremos son raros, es recomendable analizarlos para prevenir cualquier riesgo que pueda afectar de manera desproporcionada el desempeño del proyecto. Esto garantiza una gestión adecuada del impacto del indicador.

40

Riesgo 16: Oposición de los grupos de interés o de la comunidad.

Ilustración 50. R16/total del proyecto



La gráfica muestra la distribución del indicador R16/Total del proyecto, que indica que el 90 % de los valores se encuentra entre 0 y 2. La media es 0,4906, con una desviación estándar de 0,6955, lo que indica una baja dispersión en los datos. El valor máximo registrado es 5, pero los valores superiores a 2 son muy poco frecuentes.

La mayoría de los datos está concentrada cerca de 0, lo que sugiere un impacto generalmente bajo y estable del indicador. Los casos extremos, aunque raros, deben ser monitoreados para garantizar que no generen riesgos desproporcionados que puedan afectar el desempeño del proyecto. Este patrón indica un comportamiento predecible del indicador con una baja probabilidad de eventos inesperados.

Recomendaciones

- Para asegurar el éxito y la viabilidad del proyecto, se recomienda aplicar un método gradual que priorice las instituciones educativas con un mayor uso de energía y lugares estratégicos con altos niveles de radiación solar. Este modelo facilitará la optimización de los recursos existentes y el incremento máximo del efecto inicial de la intervención.
- Incluir un proceso completo de detección, valoración y administración de riesgos en todas las etapas del proyecto, desde su planificación hasta su funcionamiento. Esto implica llevar a cabo un estudio exhaustivo para detectar potenciales amenazas, tales como variaciones en los costos de compra, demoras en la instalación, errores tecnológicos o fenómenos climáticos desfavorables.
- Realizar una valoración de los riesgos en términos de probabilidad e impacto para dar prioridad a aquellos que necesiten atención inmediata, facilitando una distribución eficaz de los recursos y los esfuerzos.
- Elaborar e implementar un plan integral de mitigación de riesgos que contemple estrategias específicas para abordar cada tipo de riesgo identificado, asegurando una gestión eficaz y preventiva. Este plan debe incluir mecanismos para regular posibles impactos, fortalecer la capacidad de respuesta y asegurar la continuidad operativa. Asimismo, es esencial establecer un sistema de monitoreo continuo que permita identificar las desviaciones de manera oportuna y ajustar las medidas de mitigación en tiempo real, garantizando así la sostenibilidad y la resiliencia del proyecto frente a potenciales contingencias.
- Establecer un grupo técnico y administrativo especializado que monitoree la instalación, el funcionamiento y la conservación de los sistemas fotovoltaicos. Este grupo tendrá la tarea de asegurar el funcionamiento adecuado de las instalaciones y la viabilidad operativa del proyecto a largo plazo, garantizando elevados niveles de calidad y eficacia.

- En términos financieros, se sugiere utilizar líneas de crédito con tasas ventajosas, como las proporcionadas por FENOGE, e investigar opciones de financiamiento público-privado que minimicen la carga económica inicial del proyecto. Estas tácticas simplificarán la implementación del proyecto y posibilitarán una repartición más balanceada de los gastos de inversión.
- Además, es vital elaborar e instaurar programas de concientización y formación enfocados en las comunidades educativas, incentivando un entendimiento completo de las ventajas de la tecnología solar y promoviendo una cultura de la sostenibilidad. Este elemento educativo es fundamental para fomentar el compromiso y el respaldo de los distintos participantes implicados.
- Es necesario implementar un sistema sólido de seguimiento y evaluación que facilite la medición constante del rendimiento energético y ambiental de los sistemas instalados. Este monitoreo asegurará que se alcancen los objetivos iniciales del proyecto y que se puedan hacer modificaciones adecuadas para potenciar su eficacia.
- Finalmente, tras verificar la eficacia del modelo aplicado en el Quindío, se sugiere indagar en su difusión a otras zonas del país. Esto ayudará a fomentar una transición energética más extensa y a fortalecer el efecto beneficioso de estos proyectos a escala nacional.

Conclusiones

La implementación de sistemas fotovoltaicos en las instituciones educativas públicas del Quindío representa una solución integral que conjuga la viabilidad técnica, económica y ambiental, respaldada por las condiciones óptimas de radiación solar de la región y los significativos ahorros en costos de energía proyectados. Este equilibrio entre eficiencia operativa y rentabilidad económica subraya la solidez del proyecto, consolidándolo como una iniciativa sostenible a largo plazo que contribuye tanto al desarrollo educativo como al ambiental.

La transición hacia la energía solar constituye un avance crucial en la lucha contra el cambio climático, al reducir de manera significativa las emisiones de gases de efecto invernadero. Este impacto positivo no solo alinea al departamento del Quindío con los objetivos nacionales de sostenibilidad, sino que también lo posiciona como un referente en la implementación de prácticas energéticas responsables y en la promoción de metas globales de desarrollo sostenible. Adicionalmente, las instituciones educativas se convierten en laboratorios vivos de aprendizaje práctico, fomentando la educación ambiental, fortaleciendo la cohesión social y promoviendo una cultura de la sostenibilidad que trasciende el ámbito escolar para impactar a las comunidades.

Un aspecto esencial del proyecto es su sólida gestión de riesgos, que identifica y mitiga factores asociados a la inversión inicial, la variabilidad climática y los desafíos tecnológicos. La inclusión de una matriz de riesgos permite anticipar y gestionar eventos adversos, como fluctuaciones en los costos de instalación o interrupciones en el mantenimiento, asegurando la resiliencia del proyecto. Este enfoque proactivo genera confianza entre los actores

involucrados y refuerza la alineación con los objetivos estratégicos, garantizando resultados sostenibles y medibles.

El respaldo normativo, liderado por leyes como la Ley 1715 de 2014 y la Ley 2099 de 2021, simplifica la adopción de fuentes de energía no convencionales en el sector público y proporciona un marco legal robusto que respalda la ejecución del proyecto. Estas regulaciones no solo promueven la diversificación de la matriz energética, sino que también aseguran el apoyo institucional necesario para facilitar su implementación exitosa.

Finalmente, los sistemas fotovoltaicos se destacan por su durabilidad y sus bajos requerimientos de mantenimiento, lo que asegura beneficios sostenidos tanto en términos económicos como ambientales. Estas características refuerzan la pertinencia del proyecto, señalándolo como un paso clave hacia un modelo energético más eficiente y sostenible, capaz de transformar el panorama educativo y energético del departamento del Quindío.

Referencias

- Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA). (2020a). *Educación ambiental en Europa: construir un futuro sostenible*.
- Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA). (2020b). *Inventario anual de gases de efecto invernadero de la Unión Europea 1990-2018 e informe de inventario 2020*.
<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/european-union-greenhouse-gas-inventory-2020>.
- Agencia Internacional de Energía (AIE). (2020). *Informe del Mercado de Departamento de Energía de EE. UU. 2020. Oficina de Tecnologías de Energía Solar: Informe de impacto 2020*.
- Agencia Internacional de Energía (AIE). (2021). *Perspectiva energética mundial 2021*.
- Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA). (2019a). *Costos de generación de energía renovable en 2018*.
- Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA). (2019b). *Transformación energética global: una hoja de ruta hacia 2050*. <https://ser-colombia.org/wp-content/uploads/2020/11/Presentaci%C3%B3n-IRENA.pdf>.
- Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica (EPIA). (2016). *Perspectiva del mercado mundial de energía fotovoltaica 2016-2020*.
- Atlas Solar Colombiano (2022). *Datos de radiación solar por región*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2020). *Energías renovables en América Latina y el Caribe: Oportunidades y desafíos de inversión*.

Banco Mundial (2020). *Indicadores de desarrollo mundial 2020*.

Celsia Solar (2023). *Proyectos de energía solar en Colombia*. <https://www.celsia.com>.

Congreso de la República de Colombia (1994). 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. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4631>.

Congreso de la República de Colombia (2014). Ley 1715 de 2014. Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=57353>.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2020). *Cuentas departamentales*.

Enel Green Power Colombia (2023). *Desarrollo de proyectos fotovoltaicos*. <https://www.enelgreenpower.com>.

Energía Solar Europa (2020). *Perspectiva del mercado global de energía solar 2020-2024*.

ESG Innova Group (2024). *Nueva ISO 14001*. <https://www.nueva-iso-14001.com/2018/04/que-son-los-aspectos->

Anexos

A. Institución Educativa Luis Arango Cardona

1	INSTITUCION EDUCATIVA LUIS ARANGO CARDONA		
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	La Tebaida
Consumo año 2022	9221	Consumo año 2023	7446
Consumo promedio año	8334	Espacio requerido	20.53 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	12	\$ 12.450.000,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	1	\$ 3.320.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrajes)	\$ 830.000,00	0	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 1.660.000,00	Lotes	\$ 1.660.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición Materiales			\$ 19.505.000,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.200.000,00	0	\$ 2.200.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	0	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	0	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS				
Año	Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
0	\$ 19,505,000	\$ 2,200,000	\$ 1,535,000	\$ 23,240,000
1	\$ -	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
2	\$ -	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
3	\$ -	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
4	\$ -	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
5	\$ -	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
6	\$ -	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
7	\$ -	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
8	\$ -	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
9	\$ -	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
10	\$ -	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
11	\$ -	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
12	\$ -	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
13	\$ -	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
14	\$ -	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
15	\$ -	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
16	\$ -	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
17	\$ -	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
18	\$ -	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
19	\$ -	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
20	\$ -	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
21	\$ -	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
22	\$ -	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
23	\$ -	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
24	\$ -	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
25	\$ -	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
	VPN			\$ 43,481,588.33

B. Institución Educativa Instituto La Tebaida

2	INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO LA TEBAIDA		
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	La Tebaida
Consumo año 2022	40288	Consumo año 2023	34816
Consumo promedio año	37552	Espacio requerido	88.97 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	52	\$ 53.950.000,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	4	\$ 13.280.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrares)	\$ 830.000,00	1	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 1.660.000,00	Lotes	\$ 3.320.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición Materiales			\$ 72.625.000,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 3.080.000,00	1	\$ 3.080.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	1	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	1	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS			
Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
\$ 72,625,000	\$ 3,080,000	\$ 1,535,000	\$ 77,240,000
\$ -	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
\$ -	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
\$ -	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
\$ -	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
\$ -	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
\$ -	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
\$ -	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
\$ -	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
\$ -	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
\$ -	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
\$ -	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
\$ -	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
\$ -	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
\$ -	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
\$ -	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
\$ -	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
\$ -	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
\$ -	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
\$ -	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
\$ -	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
\$ -	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
\$ -	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
\$ -	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
\$ -	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
\$ -	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
VPN			\$ 92,130,236.98

C. Institución Educativa Antonio Nariño

3	INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO NARIÑO		
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	La Tebaida
Consumo año 2022	22515	Consumo año 2023	27888
Consumo promedio año	25202	Espacio requerido	55.53 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	33	\$ 34.237.500,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	2	\$ 6.640.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrares)	\$ 830.000,00	1	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 1.660.000,00	Lotes	\$ 3.320.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición Materiales			\$ 46.272.500,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.700.000,00	1	\$ 2.700.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	1	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	1	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS			
Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
46,272,500	\$ 2,700,000	\$ 1,535,000	\$ 50,507,500
-	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
-	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
-	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
-	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
-	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
-	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
-	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
-	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
-	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
-	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
-	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
-	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
-	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
-	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
-	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
-	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
-	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
-	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
-	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
-	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
-	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
-	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
-	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
-	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
-	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
VPN			\$ 68,046,903.64

D. Institución Educativa Gabriela Mistral

4	INSTITUCIÓN EDUCATIVA GABRIELA MISTRAL		
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	La Tebaida
Consumo año 2022	15773	Consumo año 2023	12341
Consumo promedio año	14057	Espacio requerido	34.44 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	20	\$ 20.750.000,00
or (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	2	\$ 6.640.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrares)	\$ 830.000,00	1	\$ 830.000,00
; y protecciones	\$ 1.800.000,00	Lotes	\$ 3.600.000,00
ia de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
tal Adquisición Materiales			\$ 33.065.000,00
Instalación (Mano de obra: 2 Tècnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.300.000,00	1	\$ 2.300.000,00
ortes	\$ 800.000,00	1	\$ 800.000,00
os Municipales	\$ 735.000,00	1	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS			
quisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
33,065,000	\$ 2,300,000	\$ 1,535,000	\$ 36,900,000
-	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
-	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
-	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
-	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
-	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
-	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
-	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
-	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
-	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
-	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
-	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
-	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
-	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
-	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
-	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
-	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
-	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
-	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
-	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
-	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
-	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
-	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
-	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
-	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
-	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
VPN			\$ 55,787,894.63

E. Institución Educativa Instituto Montenegro

5	INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO MONTENEGRO		
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	Montenegro
Consumo año 2022	38976	Consumo año 2023	48624
Consumo promedio año	43800	Espacio requerido	56.6 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	56	\$ 58.100.000,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	4	\$ 13.280.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrares)	\$ 830.000,00	1	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 1.660.000,00	Lotes	\$ 3.320.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición			\$ 76.775.000,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 3.080.000,00	1	\$ 3.080.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	1	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	1	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS				
Año	Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
0	\$ 76,775,000	\$ 3,080,000	\$ 1,535,000	\$ 81,390,000
1	\$ -	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
2	\$ -	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
3	\$ -	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
4	\$ -	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
5	\$ -	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
6	\$ -	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
7	\$ -	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
8	\$ -	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
9	\$ -	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
10	\$ -	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
11	\$ -	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
12	\$ -	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
13	\$ -	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
14	\$ -	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
15	\$ -	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
16	\$ -	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
17	\$ -	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
18	\$ -	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
19	\$ -	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
20	\$ -	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
21	\$ -	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
22	\$ -	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
23	\$ -	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
24	\$ -	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
25	\$ -	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
	VPN			\$ 95,868,976

F. Escuela Los Fundadores

6	ESCUELA LOS FUNDADODRES		
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	Montenegro
Consumo año 2022	23057	Consumo año 2023	24196
Consumo promedio año	23626,5	Espacio requerido	54,02 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	32	\$ 33.200.000,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	2	\$ 6.640.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrares)	\$ 830.000,00	1	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 2.000.000,00	Lotes	\$ 2.000.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición			\$ 43.915.000,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.700.000,00	1	\$ 2.700.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	1	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	1	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS			
Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
\$ 43,915,000	\$ 2,700,000	\$ 1,535,000	\$ 48,150,000
\$ -	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
\$ -	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
\$ -	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
\$ -	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
\$ -	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
\$ -	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
\$ -	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
\$ -	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
\$ -	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
\$ -	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
\$ -	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
\$ -	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
\$ -	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
\$ -	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
\$ -	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
\$ -	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
\$ -	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
\$ -	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
\$ -	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
\$ -	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
\$ -	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
\$ -	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
\$ -	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
\$ -	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
\$ -	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
VPN			\$ 65,923,030

G. Colegio Santa María de Goretti

7	COLEGIO SANTA MARIA DE GORETTI		
DEPARTAMENTO	Quindio	MUNICIPIO	Montenegro
Consumo año 2022	21817	Consumo año 2023	19850
Consumo promedio año	20833,5	Espacio requerido	48.9 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	29	\$ 30.087.500,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	2	\$ 6.640.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrajes)	\$ 830.000,00	1	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 2.100.000,00	Lotes	\$ 2.100.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición			\$ 40.902.500,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.600.000,00	1	\$ 2.600.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	1	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	1	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS			
Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
40,902,500	\$ 2,600,000	\$ 1,535,000	\$ 45,037,500
-	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
-	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
-	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
-	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
-	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
-	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
-	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
-	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
-	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
-	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
-	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
-	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
-	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
-	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
-	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
-	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
-	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
-	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
-	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
-	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
-	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
-	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
-	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
-	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
-	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
VPN			\$ 63,118,976

H. Institución Educativa Simón Bolívar

8 INSTITUCIÓN EDUCATIVA SIMON BOLIVAR			
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	Quimbaya
Consumo año 2022	11851	Consumo año 2023	10938
Consumo promedio año	11394,5	Espacio requerido	26.69 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	16	\$ 16.600.000,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	1	\$ 3.320.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrares)	\$ 830.000,00	1	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 1.800.000,00	Lotes	\$ 3.600.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición Materiales			\$ 25.595.000,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.300.000,00	1	\$ 2.300.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	1	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	1	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS				
Año	Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
0	\$ 25,595,000	\$ 2,300,000	\$ 1,535,000	\$ 29,430,000
1	\$ -	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
2	\$ -	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
3	\$ -	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
4	\$ -	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
5	\$ -	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
6	\$ -	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
7	\$ -	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
8	\$ -	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
9	\$ -	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
10	\$ -	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
11	\$ -	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
12	\$ -	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
13	\$ -	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
14	\$ -	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
15	\$ -	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
16	\$ -	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
17	\$ -	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
18	\$ -	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
19	\$ -	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
20	\$ -	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
21	\$ -	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
22	\$ -	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
23	\$ -	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
24	\$ -	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
25	\$ -	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
	VPN			\$ 49,058,165

I. Institución Educativa Instituto Quimbaya

9	INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO QUIMBAYA		
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	Quimbaya
Consumo año 2022	33021	Consumo año 2023	31785
Consumo promedio año	32407	Espacio requerido	75.11 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	44	\$ 45.650.000,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	3	\$ 9.960.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrares)	\$ 830.000,00	0	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 2.400.000,00	Lotes	\$ 2.400.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición Materiales			\$ 60.085.000,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.950.000,00	0	\$ 2.950.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	0	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	0	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS			
Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
\$ 60,085,000	\$ 2,950,000	\$ 1,535,000	\$ 64,570,000
\$ -	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
\$ -	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
\$ -	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
\$ -	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
\$ -	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
\$ -	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
\$ -	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
\$ -	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
\$ -	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
\$ -	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
\$ -	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
\$ -	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
\$ -	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
\$ -	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
\$ -	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
\$ -	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
\$ -	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
\$ -	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
\$ -	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
\$ -	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
\$ -	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
\$ -	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
\$ -	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
\$ -	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
\$ -	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
VPN			\$ 80,715,823

J. Colegio Robledo

10	COLEGIO ROBLEDO		
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	Calarca
Consumo año 2022	17488	Consumo año 2023	29152
Consumo promedio año	23320	Espacio requerido	45.05 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	27	\$ 28.012.500,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	2	\$ 6.640.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrares)	\$ 830.000,00	0	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 1.660.000,00	Lotes	\$ 1.660.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición Materiales			\$ 38.387.500,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.200.000,00	0	\$ 2.200.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	0	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	0	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS				
Año	Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
0	\$ 38,387,500	\$ 2,200,000	\$ 1,535,000	\$ 42,122,500
1	\$ -	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
2	\$ -	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
3	\$ -	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
4	\$ -	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
5	\$ -	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
6	\$ -	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
7	\$ -	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
8	\$ -	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
9	\$ -	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
10	\$ -	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
11	\$ -	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
12	\$ -	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
13	\$ -	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
14	\$ -	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
15	\$ -	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
16	\$ -	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
17	\$ -	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
18	\$ -	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
19	\$ -	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
20	\$ -	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
21	\$ -	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
22	\$ -	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
23	\$ -	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
24	\$ -	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
25	\$ -	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
	VPN			\$ 60,492,850

K. Institución Educativa Instituto Calarcá

11	INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO CALARCÁ		
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	Calarca
Consumo año 2022	19425	Consumo año 2023	21788
Consumo promedio año	20607	Espacio requerido	47.44 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	28	\$ 29.050.000,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	2	\$ 6.640.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrares)	\$ 830.000,00	1	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 1.660.000,00	Lotes	\$ 1.660.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición Materiales			\$ 39.425.000,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.900.000,00	1	\$ 2.900.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	1	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	1	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS			
Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
\$ 39,425,000	\$ 2,900,000	\$ 1,535,000	\$ 43,860,000
\$ -	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
\$ -	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
\$ -	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
\$ -	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
\$ -	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
\$ -	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
\$ -	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
\$ -	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
\$ -	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
\$ -	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
\$ -	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
\$ -	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
\$ -	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
\$ -	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
\$ -	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
\$ -	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
\$ -	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
\$ -	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
\$ -	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
\$ -	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
\$ -	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
\$ -	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
\$ -	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
\$ -	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
\$ -	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
VPN			\$ 62,058,165

L. Institución Educativa Instituto Tecnológico

12	INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO TECNOLÓGICO		
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	Calarca
Consumo año 2022	36217	Consumo año 2023	517606
Consumo promedio año	43962	Espacio requerido	92.77 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	55	\$ 57.062.500,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	4	\$ 13.280.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrajes)	\$ 830.000,00	1	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 1.660.000,00	Lotes	\$ 3.320.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición Materiales			\$ 75.737.500,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 3.080.000,00	1	\$ 3.080.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	1	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	1	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS			
Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
75,737,500	\$ 3,080,000	\$ 1,535,000	\$ 80,352,500
-	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
-	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
-	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
-	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
-	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
-	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
-	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
-	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
-	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
-	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
-	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
-	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
-	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
-	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
-	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
-	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
-	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
-	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
-	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
-	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
-	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
-	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
-	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
-	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
-	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
VPN			\$ 94,934,291

M. Institución Educativa Instituto Génova

13	INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO GÉNOVA		
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	Genova
Consumo año 2022	13768	Consumo año 2023	13397
Consumo promedio año	13583	Espacio requerido	31.01 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	18	\$ 18.675.000,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	1	\$ 3.320.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrares)	\$ 830.000,00	0	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 1.850.000,00	Lotes	\$ 1.850.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición Materiales			\$ 25.920.000,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.400.000,00	0	\$ 2.400.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	0	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	0	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS				
Año	Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
0	\$ 25,920,000	\$ 2,400,000	\$ 1,535,000	\$ 29,855,000
1	\$ -	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
2	\$ -	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
3	\$ -	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
4	\$ -	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
5	\$ -	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
6	\$ -	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
7	\$ -	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
8	\$ -	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
9	\$ -	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
10	\$ -	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
11	\$ -	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
12	\$ -	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
13	\$ -	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
14	\$ -	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
15	\$ -	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
16	\$ -	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
17	\$ -	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
18	\$ -	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
19	\$ -	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
20	\$ -	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
21	\$ -	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
22	\$ -	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
23	\$ -	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
24	\$ -	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
25	\$ -	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
VPN				\$ 49,441,048

N. Colegio San Vicente Paúl

14	COLEGIO SAN VICENTE PAUL		
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	Genova
Consumo año 2022	6192	Consumo año 2023	8175
Consumo promedio año	7183,5	Espacio requerido	15.21 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	9	\$ 9.337.500,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	1	\$ 3.320.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrares)	\$ 830.000,00	1	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 1.660.000,00	Lotes	\$ 1.660.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición Materiales			\$ 16.392.500,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.200.000,00	1	\$ 2.200.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	1	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	1	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS			
Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
\$ 16,392,500	\$ 2,200,000	\$ 1,535,000	\$ 20,127,500
\$ -	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
\$ -	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
\$ -	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
\$ -	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
\$ -	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
\$ -	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
\$ -	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
\$ -	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
\$ -	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
\$ -	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
\$ -	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
\$ -	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
\$ -	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
\$ -	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
\$ -	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
\$ -	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
\$ -	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
\$ -	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
\$ -	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
\$ -	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
\$ -	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
\$ -	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
\$ -	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
\$ -	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
\$ -	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
VPN			\$ 40,677,534

O. Institución Educativa Luis Arango Cardona

15	INSTITUCION EDUCATIVA LUIS ARANGO CARDONA		
DEPARTAMENTO	Quindio	MUNICIPIO	Buenavista
Consumo año 2022	8489	Consumo año 2023	7786
Consumo promedio año	8138	Espacio requerido	18.84 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	11	\$ 11.412.500,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	1	\$ 3.320.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrares)	\$ 830.000,00	0	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 1.660.000,00	Lotes	\$ 1.660.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición Materiales			\$ 18.467.500,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.200.000,00	0	\$ 2.200.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	0	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	0	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS				
Año	Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
0	\$ 18,467,500	\$ 2,200,000	\$ 1,535,000	\$ 22,202,500
1	\$ -	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
2	\$ -	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
3	\$ -	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
4	\$ -	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
5	\$ -	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
6	\$ -	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
7	\$ -	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
8	\$ -	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
9	\$ -	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
10	\$ -	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
11	\$ -	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
12	\$ -	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
13	\$ -	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
14	\$ -	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
15	\$ -	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
16	\$ -	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
17	\$ -	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
18	\$ -	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
19	\$ -	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
20	\$ -	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
21	\$ -	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
22	\$ -	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
23	\$ -	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
24	\$ -	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
25	\$ -	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
VPN				\$ 42,546,904

P. Institución Educativa Instituto Buenavista

16	INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO BUENAVISTA		
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	Buenavista
Consumo año 2022	1979	Consumo año 2023	17000
Consumo promedio año	1840	Espacio requerido	4,23 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	2	\$ 2.075.000,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	1	\$ 3.320.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrares)	\$ 830.000,00	1	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 1.660.000,00	Lotes	\$ 1.660.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición Materiales			\$ 9.130.000,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.300.000,00	1	\$ 2.300.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	1	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	1	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS			
Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
\$ 9,130,000	\$ 2,300,000	\$ 1,535,000	\$ 12,965,000
\$ -	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
\$ -	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
\$ -	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
\$ -	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
\$ -	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
\$ -	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
\$ -	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
\$ -	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
\$ -	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
\$ -	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
\$ -	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
\$ -	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
\$ -	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
\$ -	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
\$ -	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
\$ -	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
\$ -	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
\$ -	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
\$ -	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
\$ -	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
\$ -	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
\$ -	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
\$ -	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
\$ -	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
\$ -	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
VPN			\$ 34,224,832

Q. Institución Educativa Luis Arango Cardona

17	INSTITUCION EDUCATIVA LUIS ARANGO CARDONA		
DEPARTAMENTO	Quindio	MUNICIPIO	Pijao
Consumo año 2022	10988	Consumo año 2023	12020
Consumo promedio año	11504	Espacio requerido	25.88 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	15	\$ 15.562.500,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	1	\$ 3.320.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrares)	\$ 830.000,00	0	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 1.660.000,00	Lotes	\$ 1.660.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición Materiales			\$ 22.617.500,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.400.000,00	0	\$ 2.400.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	0	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	0	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS				
Año	Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
0	\$ 22,617,500	\$ 2,400,000	\$ 1,535,000	\$ 26,552,500
1	\$ -	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
2	\$ -	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
3	\$ -	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
4	\$ -	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
5	\$ -	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
6	\$ -	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
7	\$ -	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
8	\$ -	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
9	\$ -	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
10	\$ -	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
11	\$ -	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
12	\$ -	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
13	\$ -	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
14	\$ -	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
15	\$ -	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
16	\$ -	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
17	\$ -	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
18	\$ -	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
19	\$ -	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
20	\$ -	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
21	\$ -	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
22	\$ -	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
23	\$ -	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
24	\$ -	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
25	\$ -	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
VPN				\$ 46,465,823

R. Instituto Educativo Pijao

18	INSTITUTO EDUCATIVO INSTITUTO PIJAO		
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	Pijao
Consumo año 2022	6813	Consumo año 2023	5686
Consumo promedio año	6249,5	Espacio requerido	15.0 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	9	\$ 9.337.500,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	1	\$ 3.320.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrajes)	\$ 830.000,00	1	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 1.660.000,00	Lotes	\$ 3.320.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición Materiales			\$ 18.052.500,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.200.000,00	1	\$ 2.200.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	1	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	1	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS			
Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
\$ 18,052,500	\$ 2,200,000	\$ 1,535,000	\$ 21,787,500
\$ -	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
\$ -	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
\$ -	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
\$ -	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
\$ -	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
\$ -	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
\$ -	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
\$ -	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
\$ -	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
\$ -	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
\$ -	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
\$ -	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
\$ -	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
\$ -	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
\$ -	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
\$ -	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
\$ -	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
\$ -	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
\$ -	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
\$ -	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
\$ -	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
\$ -	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
\$ -	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
\$ -	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
\$ -	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
VPN			\$ 42,173,030

S. Colegio José María Córdoba

19	COLEGIO JOSE MARIA CORDOBA		
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	Córdoba
Consumo año 2022	18399	Consumo año 2023	15699
Consumo promedio año	17049	Espacio requerido	39.73 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	23	\$ 23.862.500,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	2	\$ 6.640.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrares)	\$ 830.000,00	0	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 1.660.000,00	Lotes	\$ 3.320.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición Materiales			\$ 35.897.500,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.200.000,00	0	\$ 2.200.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	0	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	0	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS				
Año	Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
0	\$ 35,897,500	\$ 2,200,000	\$ 1,535,000	\$ 39,632,500
1	\$ -	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
2	\$ -	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
3	\$ -	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
4	\$ -	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
5	\$ -	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
6	\$ -	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
7	\$ -	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
8	\$ -	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
9	\$ -	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
10	\$ -	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
11	\$ -	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
12	\$ -	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
13	\$ -	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
14	\$ -	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
15	\$ -	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
16	\$ -	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
17	\$ -	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
18	\$ -	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
19	\$ -	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
20	\$ -	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
21	\$ -	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
22	\$ -	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
23	\$ -	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
24	\$ -	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
25	\$ -	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
	VPN			\$ 58,249,606

T. Instituto Educativo Boquía

20	INSTITUTO EDUCATIVO BOQUIA		
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	Salento
Consumo año 2022	5303	Consumo año 2023	53978
Consumo promedio año	5340,5	Espacio requerido	13.96 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	8	\$ 8.300.000,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	1	\$ 3.320.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrares)	\$ 830.000,00	0	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 1.660.000,00	Lotes	\$ 1.660.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición Materiales			\$ 15.355.000,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.200.000,00	0	\$ 2.200.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	0	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	0	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS				
Año	Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
0	\$ 15,355,000	\$ 2,200,000	\$ 1,535,000	\$ 19,090,000
1	\$ -	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
2	\$ -	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
3	\$ -	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
4	\$ -	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
5	\$ -	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
6	\$ -	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
7	\$ -	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
8	\$ -	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
9	\$ -	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
10	\$ -	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
11	\$ -	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
12	\$ -	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
13	\$ -	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
14	\$ -	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
15	\$ -	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
16	\$ -	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
17	\$ -	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
18	\$ -	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
19	\$ -	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
20	\$ -	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
21	\$ -	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
22	\$ -	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
23	\$ -	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
24	\$ -	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
25	\$ -	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
	VPN			\$ 39,742,850

U. Instituto Educativo Liceo Quindío

21	INSTITUTO EDUCATIVO LICEO QUINDÍO		
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	Salento
Consumo año 2022	16943	Consumo año 2023	9866
Consumo promedio año	13405	Espacio requerido	37.94 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	22	\$ 22.825.000,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	2	\$ 6.640.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrares)	\$ 830.000,00	1	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 1.660.000,00	Lotes	\$ 3.320.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición Materiales			\$ 34.860.000,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.500.000,00	1	\$ 2.500.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	1	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	1	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS			
Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
\$ 34,860,000	\$ 2,500,000	\$ 1,535,000	\$ 38,895,000
\$ -	\$ -	\$ 830,000	\$ 830,000
\$ -	\$ -	\$ 871,500	\$ 871,500
\$ -	\$ -	\$ 915,075	\$ 915,075
\$ -	\$ -	\$ 960,829	\$ 960,829
\$ -	\$ -	\$ 1,008,870	\$ 1,008,870
\$ -	\$ -	\$ 1,059,314	\$ 1,059,314
\$ -	\$ -	\$ 1,112,279	\$ 1,112,279
\$ -	\$ -	\$ 1,167,893	\$ 1,167,893
\$ -	\$ -	\$ 1,226,288	\$ 1,226,288
\$ -	\$ -	\$ 1,287,602	\$ 1,287,602
\$ -	\$ -	\$ 1,351,983	\$ 1,351,983
\$ -	\$ -	\$ 1,419,582	\$ 1,419,582
\$ -	\$ -	\$ 1,490,561	\$ 1,490,561
\$ -	\$ -	\$ 1,565,089	\$ 1,565,089
\$ -	\$ -	\$ 1,643,343	\$ 1,643,343
\$ -	\$ -	\$ 1,725,510	\$ 1,725,510
\$ -	\$ -	\$ 1,811,786	\$ 1,811,786
\$ -	\$ -	\$ 1,902,375	\$ 1,902,375
\$ -	\$ -	\$ 1,997,494	\$ 1,997,494
\$ -	\$ -	\$ 2,097,369	\$ 2,097,369
\$ -	\$ -	\$ 2,202,237	\$ 2,202,237
\$ -	\$ -	\$ 2,312,349	\$ 2,312,349
\$ -	\$ -	\$ 2,427,966	\$ 2,427,966
\$ -	\$ -	\$ 2,549,365	\$ 2,549,365
\$ -	\$ -	\$ 2,676,833	\$ 2,676,833
VPN			\$ 44,396,571

V. Instituto Educativo Felipe Meléndez

22	INSTITUTO EDUCATIVO FELIPE MELENDEZ		
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	Filandia
Consumo año 2022	12135	Consumo año 2023	14127
Consumo promedio año	13131	Espacio requerido	30.49 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	18	\$ 18.675.000,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	1	\$ 3.320.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrares)	\$ 830.000,00	0	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 1.660.000,00	Lotes	\$ 1.660.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición Materiales			\$ 25.730.000,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.400.000,00	0	\$ 2.400.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	0	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	0	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00
Costo implementación por institución:			\$ 78.130.000,00

Año	Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
0	\$ 25,730,000	\$ 2,400,000	\$ 1,535,000	\$ 29,665,000
1	\$ -	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
2	\$ -	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
3	\$ -	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
4	\$ -	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
5	\$ -	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
6	\$ -	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
7	\$ -	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
8	\$ -	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
9	\$ -	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
10	\$ -	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
11	\$ -	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
12	\$ -	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
13	\$ -	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
14	\$ -	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
15	\$ -	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
16	\$ -	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
17	\$ -	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
18	\$ -	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
19	\$ -	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
20	\$ -	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
21	\$ -	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
22	\$ -	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
23	\$ -	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
24	\$ -	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
25	\$ -	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
	VPN			\$ 49,269,877

W. Colegio San José de la Fachada

23	COLEGIO SAN JOSE DE LA FACHADA		
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	Filandia
Consumo año 2022	5205	Consumo año 2023	4503
Consumo promedio año	4854	Espacio requerido	11.82 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	7	\$ 7.262.500,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	1	\$ 3.320.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrares)	\$ 830.000,00	1	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 1.660.000,00	Lotes	\$ 3.320.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición Materiales			\$ 15.977.500,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.100.000,00	1	\$ 2.100.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	1	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	1	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00
Costo implementación por institución:			\$ 69.612.500,00

Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
\$ 15,977,500	\$ 2,100,000	\$ 1,535,000	\$ 19,612,500
\$ -	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
\$ -	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
\$ -	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
\$ -	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
\$ -	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
\$ -	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
\$ -	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
\$ -	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
\$ -	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
\$ -	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
\$ -	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
\$ -	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
\$ -	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
\$ -	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
\$ -	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
\$ -	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
\$ -	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
\$ -	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
\$ -	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
\$ -	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
\$ -	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
\$ -	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
\$ -	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
\$ -	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
\$ -	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
VPN			\$ 40,213,570

X. Colegio Libre de Circasia

24			
COLEGIO LIBRE DE CIRCASIA			
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	Circacia
Consumo año 2022	26095	Consumo año 2023	22753
Consumo promedio año	24424	Espacio requerido	58.49 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	34	\$ 35.275.000,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	3	\$ 9.960.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrajes)	\$ 830.000,00	0	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 1.660.000,00	Lotes	\$ 3.320.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición Materiales			\$ 50.630.000,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.800.000,00	0	\$ 2.800.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	0	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	0	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS				
Año	Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
0	\$ 50,630,000	\$ 2,800,000	\$ 1,535,000	\$ 54,965,000
1	\$ -	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
2	\$ -	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
3	\$ -	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
4	\$ -	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
5	\$ -	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
6	\$ -	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
7	\$ -	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
8	\$ -	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
9	\$ -	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
10	\$ -	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
11	\$ -	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
12	\$ -	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
13	\$ -	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
14	\$ -	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
15	\$ -	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
16	\$ -	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
17	\$ -	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
18	\$ -	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
19	\$ -	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
20	\$ -	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
21	\$ -	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
22	\$ -	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
23	\$ -	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
24	\$ -	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
25	\$ -	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
	VPN			\$ 72,062,669

Y. Ciudadela Educativa Henry Marín

25			
CIUADDELA EDUCATIVA HENRY MARIN			
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	Circacia
Consumo año 2022	28063	Consumo año 2023	26160
Consumo promedio año	27112	Espacio requerido	62.84 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	37	\$ 38.387.500,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	3	\$ 9.960.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrares)	\$ 830.000,00	1	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 1.660.000,00	Lotes	\$ 3.320.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición Materiales			\$ 53.742.500,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.900.000,00	1	\$ 2.900.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	1	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	1	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS			
Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
\$ 53,742,500	\$ 2,900,000	\$ 1,535,000	\$ 58,177,500
\$ -	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
\$ -	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
\$ -	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
\$ -	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
\$ -	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
\$ -	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
\$ -	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
\$ -	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
\$ -	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
\$ -	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
\$ -	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
\$ -	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
\$ -	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
\$ -	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
\$ -	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
\$ -	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
\$ -	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
\$ -	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
\$ -	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
\$ -	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
\$ -	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
\$ -	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
\$ -	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
\$ -	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
\$ -	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
VPN			\$ 74,956,814

Z. Institución Educativa Luis Eduardo Calvo Cano Sede IMET

26	INSTITUCIÓN EDUCATIVA LUIS EDUARDO CALVO CANO SEDE IMET		
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	Circacia
Consumo año 2022	5363	Consumo año 2023	5232
Consumo promedio año	5298	Espacio requerido	11.82 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	7	\$ 7.262.500,00
Inversor (Compatibilidad 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	1	\$ 3.320.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrajes)	\$ 830.000,00	1	\$ 830.000,00
Cables y protecciones	\$ 1.660.000,00	Lotes	\$ 1.660.000,00
Sistema de monitoreo	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Adquisición Materiales			\$ 14.317.500,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.100.000,00	1	\$ 2.100.000,00
Transportes	\$ 800.000,00	1	\$ 800.000,00
Permisos Municipales	\$ 735.000,00	1	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS			
Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
\$ 14,317,500	\$ 2,100,000	\$ 1,535,000	\$ 17,952,500
-	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
-	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
-	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
-	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
-	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
-	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
-	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
-	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
-	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
-	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
-	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
-	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
-	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
-	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
-	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
-	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
-	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
-	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
-	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
-	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
-	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
-	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
-	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
-	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
-	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
VPN			\$ 38,718,075

A1. Institución Educativa Francisco Londoño

27	INSTITUCIÓN EDUCATIVA FRANCISCO LONDOÑO		
DEPARTAMENTO	Quindío	MUNICIPIO	Circacia
Consumo año 2022	5274	Consumo año 2023	5547
Consumo promedio año	5411	Espacio requerido	12.38 m ²
PRESUPUESTO INSTALCIÓN PANELES SOLARES			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Paneles solares monocristalinos de 330 Wp	\$ 1.037.500,00	7	\$ 7.262.500,00
Inversor (Potencia 5 kWp)	\$ 3.320.000,00	1	\$ 3.320.000,00
Estructuras de montaje (Incluye anclajes, soportes y herrajes)	\$ 830.000,00	1	\$ 830.000,00
Cables	\$ 1.660.000,00	Lotes	\$ 1.660.000,00
Cableado	\$ 1.245.000,00	1	\$ 1.245.000,00
Subtotal Materiales			\$ 14.317.500,00
Instalación (Mano de obra: 2 Técnicos instaladores, 1 Electricista, 1 Auxiliar, 1 Supervisor del proyecto)	\$ 2.100.000,00	1	\$ 2.100.000,00
Mano de obra	\$ 800.000,00	1	\$ 800.000,00
Materiales	\$ 735.000,00	1	\$ 735.000,00
Mantenimiento Anual (25 años) (Limpieza, inspección de componentes)	\$ 2.000.000,00	25	\$ 50.000.000,00

FLUJO DE CAJA A 25 AÑOS			
Adquisición de Materiales	Mano de Obra	Transportes + Permisos Municipales + Mantenimiento Anual	Costo Total
\$ 14,317,500	\$ 2,100,000	\$ 1,535,000	\$ 17,952,500
-	\$ -	\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
-	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000
-	\$ -	\$ 2,205,000	\$ 2,205,000
-	\$ -	\$ 2,315,250	\$ 2,315,250
-	\$ -	\$ 2,431,013	\$ 2,431,013
-	\$ -	\$ 2,552,563	\$ 2,552,563
-	\$ -	\$ 2,680,191	\$ 2,680,191
-	\$ -	\$ 2,814,201	\$ 2,814,201
-	\$ -	\$ 2,954,911	\$ 2,954,911
-	\$ -	\$ 3,102,656	\$ 3,102,656
-	\$ -	\$ 3,257,789	\$ 3,257,789
-	\$ -	\$ 3,420,679	\$ 3,420,679
-	\$ -	\$ 3,591,713	\$ 3,591,713
-	\$ -	\$ 3,771,298	\$ 3,771,298
-	\$ -	\$ 3,959,863	\$ 3,959,863
-	\$ -	\$ 4,157,856	\$ 4,157,856
-	\$ -	\$ 4,365,749	\$ 4,365,749
-	\$ -	\$ 4,584,037	\$ 4,584,037
-	\$ -	\$ 4,813,238	\$ 4,813,238
-	\$ -	\$ 5,053,900	\$ 5,053,900
-	\$ -	\$ 5,306,595	\$ 5,306,595
-	\$ -	\$ 5,571,925	\$ 5,571,925
-	\$ -	\$ 5,850,521	\$ 5,850,521
-	\$ -	\$ 6,143,048	\$ 6,143,048
-	\$ -	\$ 6,450,200	\$ 6,450,200
VPN			\$ 38,718,075