



**Plan de Negocio Para la Comercialización de Paneles Solares como Solución Energética
Sostenible**

Erika Beatriz Duarte Moreno

Juan Pablo Ojeda Tarazona

Wilmer Yoel Mejías Camacho

**Corporación Universitaria Minutos de Dios
Rectoría Oriente / Centro Regional Bucaramanga
Especialización en Gerencia en Proyectos
Julio de 2025**

**Plan de Negocio Para la Comercialización de Paneles Solares como Solución Energética
Sostenible**

Erika Beatriz Duarte Moreno

Juan Pablo Ojeda Tarazona

Wilmer Yoel Mejías Camacho

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

Asesor

Mg. Juan Sebastián Dugarte Mendoza

Magister en Administración de Empresas con Especialidad en Dirección de Proyectos

Corporación Universitaria Minutos de Dios

Rectoría Oriente / Centro Regional Bucaramanga

Especialización en Gerencia de Proyectos

Julio de 2025

Tabla de Contenido

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
1. Justificación	14
2. Descripción del Problema	17
2.1. Planteamiento del Problema	17
2.2. Formulación de Investigación	18
3. Objetivos	19
3.1. Objetivo General	19
3.2. Objetivos Específicos	19
4. Marco Referencial	20
4.1. Estado del Arte	20
4.2. Marco Teórico	28
4.3. Marco Conceptual	32
4.4. Marco Legal	37
5. Metodología	40
5.1. Tipo de Investigación	40
5.2. El Enfoque de la Investigación	40

5.3. Población y Muestra Poblacional	41
5.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información	43
6. Desarrollo de los Objetivos	47
6.1. Estudio de Mercados para la Comercialización de Paneles Solares	47
6.2. Diseño Administrativa y Legalmente Para la Comercialización de Paneles Solares	62
6.3. Determinación de Necesidades Técnicas y de Infraestructura Para la Comercialización de Paneles Solares como Solución Energética	74
6.4. Análisis de viabilidad financiera del plan de negocia para la Comercialización de Paneles Solares como Solución Energética	78
6.4.1. Análisis del Flujo de Caja e Inversiones	81
6.4.2. Cálculo de WACC, TIR y VPN: Evaluación de Viabilidad Financiera	85
7. Conclusiones	89
8. Recomendaciones	91
9. Referencias bibliográficas	93

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Descripción desarrollo de objetivos</i>	45
Tabla 2 <i>PESTEL</i>	50
Tabla 3 <i>Proyección de demanda (2025-2029)</i>	52
Tabla 4 <i>4P (Producto, Precio, Plaza, Promoción)</i>	61
Tabla 5 <i>Estimación Cantidad de Instalaciones</i>	65
Tabla 6 <i>Estructuración de Cuadrillas</i>	65
Tabla 7 <i>Kits Solares</i>	66
Tabla 8 <i>Recursos Requerido para Instalación</i>	67
Tabla 9 <i>Requerimientos para Instalación de Kits Solares</i>	68
Tabla 10 <i>Tipos de Contrato y Justificación</i>	69
Tabla 12 <i>Organización del Personal y Perfiles</i>	70
Tabla 13 <i>Elementos Estratégicos de Identidad Corporativa Para la Empresa Solara</i>	71
Tabla 14 <i>Matriz de Normas Aplicables</i>	71
Tabla 15 <i>Tipo de Persona Jurídica Recomendada y Pasos Para la Formalización Legal de la Empresa Solara</i>	73
Tabla 11 <i>Estimación de Tiempo</i>	74
Tabla 16 <i>Proyección de Estado de Resultados (en millones de pesos)</i>	80
Tabla 17 <i>Análisis del Flujo de Caja e Inversiones</i>	84
Tabla 18 <i>WACC anual y flujos descontados (millones de pesos)</i>	86
Tabla 18 <i>Indicadores de Viabilidad</i>	87

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Histórico de generación de energía (2015-2024)</i>	48
Figura 2 <i>Proyección de producción</i>	53
Figura 3 <i>Distribución del interés en instalar paneles solares</i>	55
Figura 4 <i>Preferencia por financiación mensual del sistema</i>	56
Figura 5 <i>Acceso mediante leasing</i>	57
Figura 6 <i>Distribución geográfica</i>	59
Figura 7 <i>Tipología de vivienda de los encuestados</i>	59
Figura 8. <i>Grado de interés en recibir información sobre sistemas FV</i>	60
Figura 9 <i>Diseño Administrativo</i>	63
Figura 10 <i>Organigrama del Plan de Negocio</i>	69
Figura 11 <i>Micro Localización y Distribución Interna del Centro de Operaciones en Floridablanca</i>	77

Resumen

El diagnóstico energético en Bucaramanga evidenció una brecha entre el alto potencial solar y la baja adopción de paneles fotovoltaicos, lo cual mantiene altos los costos eléctricos. Se diseñó un plan de negocio para una empresa que instale paneles solares, buscando impulsar la transición energética regional. Se aplicó una metodología mixta con encuestas, entrevistas y análisis financiero. El mercado potencial anual es de 4 300 kWp, con un VAN de COP 1 540 millones, TIR del 29 % y recuperación en 4,2 años. La empresa evitaría 3 900 toneladas de CO₂ en 10 años. Los resultados muestran viabilidad económica y ambiental, aportan a la competitividad empresarial local y brindan insumos clave para políticas de transición energética.

Palabras Clave. Eficiencia Energética, Emprendimiento, Fotovoltaico, Viabilidad Económica, Zona Metropolitana

Abstract

The energy assessment in Bucaramanga revealed a gap between high solar potential and low adoption of photovoltaic systems, resulting in high electricity costs. A business plan was developed for a company that installs solar panels to support the regional energy transition. A mixed methodology was used, including surveys, interviews, and financial modeling. The annual potential market is 4,300 kWp, with a Net Present Value of COP 1.54 billion, an Internal Rate of Return of 29%, and a 4.2-year payback. The company would avoid 3,900 tons of CO₂ over 10 years. The findings confirm economic and environmental viability, strengthen local business competitiveness, and provide key inputs for policymakers aiming to accelerate a just energy transition.

Keywords. Economic Viability, Energy Efficiency, Entrepreneurship, Metropolitan Area, Photovoltaic

Introducción

La transición hacia fuentes de energía limpia plantea un desafío estructural en la transformación del modelo energético tradicional. En este proceso, la energía solar fotovoltaica emerge como una opción con potencial técnico y económico para enfrentar los problemas asociados a la dependencia de fuentes no renovables. La formulación de un plan de negocio centrado en la comercialización, diseño e instalación de sistemas solares pretende articular una respuesta concreta a las limitaciones observadas en el entorno urbano, donde persiste un bajo aprovechamiento de las condiciones climáticas favorables, especialmente en contextos residenciales.

La limitada adopción de tecnologías solares responde a factores interrelacionados. Entre ellos sobresalen el desconocimiento técnico sobre los sistemas, la desinformación generalizada respecto a sus beneficios, los costos de inversión inicial y la ausencia de canales comerciales especializados. La fragmentación del mercado, sumada a la baja articulación entre actores públicos y privados, ha impedido consolidar un ecosistema que incentive su masificación. Frente a este panorama, el planteamiento de una empresa especializada en soluciones solares requiere superar estas barreras mediante una propuesta integral que combine viabilidad técnica, sostenibilidad financiera y acceso simplificado al servicio.

El problema de investigación se delimita en la necesidad de identificar las condiciones para estructurar un modelo empresarial viable y sostenible en el mercado de soluciones solares en Bucaramanga. La pregunta central se enfoca en cómo construir un plan de negocio que permita comercializar e instalar sistemas solares fotovoltaicos de forma competitiva, eficiente y alineada con las dinámicas sociales, económicas y normativas del área metropolitana. El enfoque

busca trascender la formulación técnica del producto para incluir variables contextuales que inciden en la percepción del consumidor y en la toma de decisiones de inversión en energías renovables.

La pertinencia de esta iniciativa se justifica en tres dimensiones articuladas. En primer lugar, el ahorro económico derivado del uso de fuentes renovables permite a los hogares reducir su dependencia de la red eléctrica convencional y controlar sus gastos en servicios públicos. En segundo lugar, el uso de energía solar representa una medida concreta en la mitigación del impacto ambiental, al disminuir la huella de carbono asociada al consumo doméstico. En tercer lugar, el desarrollo de esta industria puede dinamizar el empleo local y aportar a la construcción de un tejido empresarial comprometido con la transición energética, en sintonía con los compromisos internacionales asumidos por el país y con los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con el acceso a energía asequible y limpia.

El objetivo general del proyecto consiste en formular un plan de negocio para la creación de una empresa que provea soluciones solares adaptadas al contexto urbano residencial. A partir de este objetivo, se derivan propósitos específicos orientados al análisis del entorno competitivo, la caracterización de la demanda, la estructuración de la oferta técnica y comercial, la definición del modelo operativo y la estimación de la viabilidad financiera y jurídica. Cada uno de estos elementos se concibe como parte de un proceso integrado que permite evaluar la factibilidad del proyecto desde múltiples dimensiones.

El sustento teórico del plan se construye desde enfoques contemporáneos sobre emprendimiento sostenible, eficiencia energética y modelos de economía circular. La teoría del emprendimiento sostenible permite considerar la viabilidad económica del proyecto sin

desligarlo de su responsabilidad ambiental y social. La eficiencia energética se toma como principio técnico orientador del diseño de las soluciones solares, considerando la relación entre el consumo energético promedio, las condiciones solares locales y la optimización de los componentes del sistema. La noción de economía circular contribuye a incorporar criterios de durabilidad, reciclabilidad y reducción de residuos en la oferta empresarial. Además, el análisis comparado de modelos empresariales en países con condiciones similares permite identificar buenas prácticas y posibles riesgos.

La metodología utilizada combina enfoques cualitativos y cuantitativos. En una primera fase, se desarrolló un análisis descriptivo de la normativa vigente y de los incentivos estatales aplicables, incluyendo los beneficios tributarios establecidos por la Ley 1715 de 2014. En paralelo, se diseñó y aplicó un instrumento tipo encuesta a un grupo representativo de residentes urbanos, con el fin de identificar niveles de conocimiento, percepción del servicio, disposición a pagar y barreras de adopción. Posteriormente, se construyó un modelo financiero que incluye los costos de capital, operación y mantenimiento, así como escenarios de retorno sobre la inversión. La información fue triangulada con fuentes secundarias provenientes de estudios de mercado, reportes sectoriales y marcos regulatorios actualizados.

Los hallazgos obtenidos indican una percepción favorable de la energía solar por parte de los potenciales usuarios. El interés se concentra en su capacidad para reducir el costo mensual de electricidad y en su contribución al cuidado ambiental. No obstante, persisten dudas sobre la vida útil de los equipos, los costos de mantenimiento y la fiabilidad del servicio posventa. Esta situación refuerza la necesidad de incorporar una estrategia comercial que no solo promueva el producto, sino que eduque al consumidor y construya confianza a través de canales de atención

efectivos, garantías contractuales y acompañamiento técnico. En cuanto a la viabilidad financiera, los resultados del modelo proyectado muestran que, con una inversión inicial moderada y un volumen de ventas constante, el negocio puede alcanzar su punto de equilibrio en un horizonte de corto a mediano plazo, dependiendo de la intensidad de la estrategia de penetración en el mercado.

Desde el punto de vista normativo, se identifican condiciones favorables para el desarrollo del negocio, siempre que se cumplan los requisitos establecidos por la Unidad de Planeación Minero Energética y la Comisión de Regulación de Energía y Gas. La posibilidad de autogeneración a pequeña escala y los beneficios fiscales previstos fortalecen el atractivo del sector. Sin embargo, la burocracia asociada a los trámites y permisos, así como la falta de armonización entre autoridades locales y nacionales, constituye un riesgo operativo que debe considerarse en la fase de implementación.

El análisis de la cadena de valor permitió establecer que las alianzas estratégicas con fabricantes de paneles, proveedores logísticos y entidades financieras son claves para garantizar la sostenibilidad del modelo. Estas alianzas no solo optimizan los costos, sino que permiten mejorar la experiencia del usuario final, reducir los tiempos de instalación y ofrecer esquemas de financiación flexibles. La empresa propuesta debe funcionar como integradora de estos componentes, centrando su propuesta de valor en la facilidad de acceso, la transparencia en el proceso comercial y la garantía de calidad técnica en la instalación y mantenimiento de los sistemas.

Por tanto, la estructuración del plan de negocio se orienta a resolver una necesidad energética desde una perspectiva empresarial que conjuga sostenibilidad, rentabilidad y

responsabilidad social. La incorporación de energías renovables en contextos urbanos no puede limitarse a la disponibilidad de tecnología, sino que requiere de un enfoque integral que aborde los factores sociales, económicos y normativos que determinan su adopción.

1. Justificación

El presente plan de negocio busca generar impactos positivos de carácter económico, social y ambiental mediante la comercialización e instalación de sistemas fotovoltaicos en Bucaramanga y su Área Metropolitana, durante el periodo 2025–2030. La propuesta responde a la necesidad urgente de transformar el modelo energético actual, dominado por fuentes fósiles, hacia uno basado en energías limpias, sostenibles y económicamente viables. Este cambio es coherente con los compromisos nacionales e internacionales en materia de sostenibilidad ambiental y mitigación del cambio climático, y se alinea con los objetivos de desarrollo sostenible establecidos por la Agenda 2030.

La investigación del problema surge como respuesta a una brecha identificada en el diagnóstico energético local: a pesar de contar con un recurso solar abundante, la adopción de sistemas fotovoltaicos sigue siendo baja, lo que mantiene altos los costos de energía y limita la competitividad de las micro y pequeñas empresas. La formulación de los objetivos de este proyecto busca atender simultáneamente esta problemática técnica y económica, mediante el diseño de un plan empresarial que promueva la instalación de paneles solares como solución sostenible, accesible y replicable en contextos urbanos similares.

Los beneficiarios del proyecto son múltiples y se distribuyen en diversos niveles. En primer lugar, la empresa que se cree o fortalezca a partir de esta propuesta obtendrá beneficios económicos derivados de la venta e instalación de paneles solares, así como del posible acceso a incentivos fiscales y programas estatales de fomento a las energías renovables. Esto mejora su rentabilidad, acelera el retorno de la inversión y posiciona al emprendimiento como actor estratégico en el ecosistema energético regional.

En segundo lugar, la comunidad de Bucaramanga se beneficia directamente del acceso a una fuente de energía menos contaminante, con menores costos operativos y mayor independencia energética. La reducción proyectada de 3 900 toneladas de CO₂ en los primeros diez años representa un aporte significativo en la lucha contra el calentamiento global, al tiempo que contribuye al mejoramiento de la calidad del aire y del bienestar colectivo. También se estima un ahorro sostenido en las facturas del servicio eléctrico, lo cual impacta positivamente en la economía de los hogares y pequeños negocios.

En el ámbito académico, los estudiantes e investigadores que participan en el desarrollo del proyecto fortalecen competencias prácticas en áreas clave como la gestión de proyectos, la energía renovable, el análisis financiero y la investigación aplicada. El uso de metodologías mixtas –como encuestas, entrevistas y modelación financiera– permite el desarrollo de habilidades analíticas, técnicas y críticas. Esta experiencia formativa incrementa la empleabilidad de los participantes y fortalece su capacidad para resolver problemas reales del entorno. La especialización, a su vez, se consolida como un programa pertinente y aplicado, que articula la teoría con la práctica y promueve la generación de conocimiento con impacto.

La institución académica también se beneficia, al posicionarse como un agente activo en la transformación energética del territorio, con propuestas concretas que responden a necesidades regionales. Al participar en iniciativas de este tipo, la universidad mejora su reputación, establece vínculos con sectores productivos y aporta soluciones a problemas complejos mediante el trabajo colaborativo y la transferencia de conocimiento.

Si el presente proyecto no se desarrolla, se perdería una oportunidad estratégica para avanzar en la transición energética justa, se mantendría la dependencia de fuentes

contaminantes y se retrasarían los beneficios económicos, sociales y ambientales que supone la adopción de energías renovables. Además, se desaprovecharía un contexto favorable para la innovación y el emprendimiento verde, así como la posibilidad de generar capacidades técnicas en profesionales comprometidos con el desarrollo sostenible.

La delimitación espacial de la propuesta corresponde al municipio de Bucaramanga y su Área Metropolitana, una región con alto potencial solar y creciente demanda de energía. La delimitación cronológica se proyecta para el periodo comprendido entre 2025 y 2030, tiempo durante el cual se plantea implementar, evaluar y escalar el modelo de negocio. En cuanto a la delimitación sociodemográfica, el proyecto se enfoca en micro y pequeñas empresas, así como en usuarios residenciales interesados en reducir su consumo energético y su huella ambiental (Departamento Nacional de Planeación, 2022).

Así las cosas, el proyecto busca posicionar a la empresa propuesta como catalizadora de cambio en el entorno local, impulsar la sostenibilidad energética en el territorio, formar profesionales altamente competentes y brindar una solución concreta a los retos actuales del sector energético colombiano. La implementación efectiva de esta iniciativa representa una respuesta integral a una problemática urgente, con beneficios medibles para todos los actores involucrados (Ministerio de Minas y Energía, 2021).

2. Descripción del Problema

2.1. Planteamiento del Problema

El acceso a fuentes de energía asequibles y sostenibles continúa representando un desafío estructural en diversos territorios del país. Aunque la matriz energética de Colombia se basa principalmente en generación hidroeléctrica, el costo de la electricidad ha mostrado una tendencia creciente en los últimos años, afectando de forma directa a los hogares y pequeñas unidades productivas. Esta situación se ve agravada por la dependencia de un sistema centralizado, que expone a los usuarios a interrupciones frecuentes del servicio, vulnerabilidad ante fenómenos climáticos y un control limitado sobre la autogestión energética (Molina y Restrepo, 2021).

En zonas urbanas, la incorporación de sistemas fotovoltaicos ha sido limitada por múltiples barreras, entre las que se destacan los altos costos de inversión inicial, que excluyen a segmentos de ingresos medios y bajos. A esto se suma la escasa información disponible para los consumidores respecto a los beneficios de la energía solar, lo cual reduce su percepción de viabilidad como alternativa para disminuir el gasto energético mensual (González y Pérez, 2020). Esta combinación de obstáculos económicos y cognitivos limita significativamente la masificación de estas tecnologías.

Otro aspecto crítico radica en la ausencia de modelos de negocio estructurados que faciliten el acceso y sostenibilidad de este tipo de soluciones. El mercado se encuentra concentrado en grandes empresas que, en muchos casos, no ofrecen esquemas de financiación flexibles ni garantías de soporte técnico durante la instalación y el mantenimiento de los sistemas. Esta situación ha generado desconfianza respecto a la rentabilidad real de la inversión, lo que frena la demanda potencial (Martínez, 2019).

A nivel normativo, aunque existen incentivos tributarios dirigidos a fomentar el uso de tecnologías renovables, su aplicación en la práctica resulta limitada, debido a trámites complejos y falta de divulgación. Esto restringe la participación de nuevos actores en el mercado, en especial emprendedores y consumidores sin asesoría técnica especializada (González y Pérez, 2020). La carencia de infraestructura y de políticas públicas integrales que respalden la transición energética agrava aún más la brecha de acceso a soluciones limpias y económicamente viables (Martínez, 2019).

Frente a este panorama, se requiere la estructuración de un plan de negocio que permita dinamizar el acceso a sistemas solares fotovoltaicos en un segmento urbano específico. Esta iniciativa busca enfrentar las barreras descritas mediante un análisis integral del mercado, una evaluación técnica ajustada al contexto y un estudio financiero riguroso. El objetivo central es demostrar la viabilidad, accesibilidad y rentabilidad de la energía solar como solución energética sostenible para los sectores residenciales urbanos (Molina y Restrepo, 2021).

2.2. Formulación de Investigación

Para diseñar un plan de negocio orientado a la comercialización de sistemas solares fotovoltaicos, es necesario profundizar en diversos factores críticos, entre ellos: el entorno regulatorio, el comportamiento de la demanda en energías renovables, la factibilidad técnica, la estructuración operativa y los costos asociados al desarrollo empresarial. En consecuencia, la pregunta que orienta esta investigación es: ¿Cómo formular un plan de negocio para la comercialización de paneles solares como solución energética sostenible?

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Formular un plan de negocio para la comercialización de paneles solares como solución energética sostenible.

3.2. Objetivos Específicos

Realizar un estudio de mercado que permita establecer la relación entre oferta y demanda, y analizar el potencial solar del sector urbano seleccionado.

Diseñar el plan de negocio desde el punto de vista administrativo y jurídico, considerando la normativa vigente aplicable.

Determinar los requerimientos técnicos y de infraestructura necesarios para la comercialización de paneles solares.

Analizar la viabilidad financiera del plan de negocio para la Comercialización de Paneles Solares como Solución Energética.

4. Marco Referencial

4.1. Estado del Arte

En primer término, el estado del arte sugiere que la adopción residencial de sistemas fotovoltaicos responde a una combinación de incentivos regulatorios, reducción de costos y valor reputacional percibido por los hogares. En esa dirección, se observa que los modelos de negocio orientados a llave en mano con garantías explícitas disminuyen la incertidumbre del consumidor y aceleran la decisión de compra. Asimismo, la integración de métricas de ahorro y de huella de carbono en la propuesta de valor fortalece la diferenciación frente a sustitutos energéticos convencionales y mejora la comunicación del beneficio. Bajo este panorama, la literatura resalta la importancia de alianzas con constructoras para masificar instalaciones en obra nueva y rehabilitaciones urbanas. En concordancia con estos hallazgos, Bustamante (2024) analiza la viabilidad de una firma instaladora para viviendas y anticipa crecimiento sostenido de la demanda apoyado en regulaciones pro instalación y en casos empresariales como Green SAC que evidencian diversificación de servicios y contribución a la descarbonización.

Desde otra óptica, los proyectos con uso agroindustrial introducen variables microclimáticas y de productividad que exceden el simple cálculo financiero de retorno y obligan a integrar la ingeniería con la planeación operativa. En particular, los invernaderos demandan estabilidad térmica, control de humedad y disponibilidad energética diurna que la fotovoltaica puede acompañar con diseños adecuados y gestión de cargas según estacionalidad. Además, la variación de demanda a lo largo del ciclo productivo impone dimensionamientos que atiendan picos sin incurrir en sobreequipamiento que comprometa la eficiencia económica. También se observan aprendizajes transferibles a otras

producciones intensivas bajo cubierta que comparten requerimientos de control ambiental. Con base en ello, Vázquez (2024) concluye que la instalación de sistemas solares en invernaderos de Valencia es técnica y económicamente viable siempre que se sostenga una planificación rigurosa y ciclos de innovación continua que superen barreras propias del sector agroindustrial.

En cuanto a herramientas digitales, la tokenización de activos energéticos abre la puerta a esquemas de propiedad fraccionada y financiamiento distribuido con mayor liquidez para los proyectos y con nuevas formas de participación ciudadana. Por un lado, estos modelos amplían el universo de inversionistas minoristas y facilitan la diversificación de riesgos en carteras pequeñas. Por otro, requieren marcos de gobernanza transparentes, custodia robusta y gestión de riesgos tecnológicos que protejan derechos de los tenedores. Asimismo, la trazabilidad en cadena de la generación y de los flujos de caja facilita auditorías y reportes de sostenibilidad verificables por terceros. En paralelo, la interoperabilidad con plataformas de pago y con fuentes de datos de mercado permite contratos ajustados al desempeño real. En este frente, López (2022) propone un modelo de negocio basado en blockchain que democratiza la inversión en fotovoltaica mediante tokens y combina propiedad compartida con financiamiento descentralizado orientado a rentabilidad sostenida.

Por su parte, las experiencias en mercados locales muestran que la entrada al negocio exige estudios de demanda detallados, segmentación fina y un embudo comercial asistido por canales digitales con contenidos educativos. En especial, la captación de clientes con educación financiera intermedia y familiaridad con productos de inversión reduce costos de adquisición y disminuye la tasa de deserción a lo largo del ciclo de venta.

De igual modo, la estandarización de kits y procesos operativos contiene el gasto fijo, mejora la programabilidad de cuadrillas y robustece la previsibilidad del flujo de caja. Además, la construcción de una marca técnica confiable impacta el valor de vida del cliente al habilitar servicios de posventa que sostienen la relación. Con este telón de fondo, Castro (2021) subraya que la producción y comercialización de paneles demanda planificación sustentada en estudios de mercado, con baja exposición al riesgo cuando se integran estrategias digitales y estructuras de costos contenidas.

En relación con los servicios públicos locales, los esquemas de autogeneración con excedentes a red requieren gobernanza tarifaria, acuerdos de conexión y servicio al cliente al nivel de una empresa de servicios públicos. En estos casos, la curva de adopción en Mipymes y en estratos altos suele ser más acelerada por capacidad de pago y sensibilidad a tarifas que crecen por encima de la inflación. Al mismo tiempo, los modelos de servicio deben balancear la inversión inicial con costos de operación, mantenimiento y monitoreo que sostengan la disponibilidad a lo largo del ciclo de vida. A nivel de valoración, horizontes de recuperación breves fortalecen la bancabilidad y el apetito de crédito de proveedores y de clientes. En este sentido, Troncoso (2023) formula un plan de negocio en Santa Marta y encuentra demanda creciente en Mipymes y en el segmento residencial con retornos positivos y recuperación de inversión en un plazo corto.

De igual modo, la comercialización mediante inyección a red articula objetivos económicos y ambientales que trascienden el ámbito del proyecto individual y se conectan con metas regionales de competitividad. En términos de empleo, las cadenas locales de montaje, instalación y operaciones y mantenimiento generan capacidades técnicas que elevan el capital humano del territorio y mejoran la base de proveedores. En materia

ambiental, la sustitución de energía de mayor intensidad de carbono aporta a compromisos subnacionales de mitigación y a reportes corporativos de reducción de emisiones. A su vez, la coordinación con políticas públicas facilita permisos, agiliza trámites y favorece economías de escala en la compra de equipos. En conjunto, estos factores delinearán una senda de sostenibilidad de largo plazo. En esta línea, Salazar y Mora (2021) asocian la viabilidad de los proyectos de inyección a red con generación de empleo local, reducción de emisiones y fortalecimiento del tejido económico urbano.

En el ámbito de la vivienda de interés social, la viabilidad no puede medirse solo con TIR y VAN sino también con impactos distributivos y de bienestar que aseguren acceso equitativo. Así, esquemas de copago, subsidios cruzados y microfinanzas orientadas a eficiencia energética permiten incluir hogares vulnerables sin comprometer la sostenibilidad del modelo y sin elevar riesgos de cartera. Además, el acompañamiento técnico comunitario reduce fallas de uso y mejora la durabilidad de los equipos en contextos de mantenimiento limitado. En paralelo, la integración arquitectónica minimiza conflictos estéticos y normativos en conjuntos residenciales y facilita aprobaciones por parte de administraciones locales. De esta manera, la transición se vuelve también una política de inclusión energética y de reducción de pobreza. Con dicho enfoque, Castaño y Hernández (2021) sostienen que integrar paneles solares en vivienda de interés social mitiga impactos ambientales y mejora condiciones de vida mediante un modelo que articula sostenibilidad económica, social y ambiental.

Respecto al emprendimiento local, el posicionamiento temprano en mercados con competencia limitada permite capturar rentas de pionero y lealtad de marca que se traducen en referencias y en menor costo de adquisición futuro. No obstante, la barrera de inversión

inicial exige creatividad financiera con instrumentos como leasing, contratos de compra de energía para residencias y convenios con cooperativas que conviertan inversión en cuotas asequibles. Igualmente, el soporte técnico de posventa y la trazabilidad de desempeño crean reputación que respalda garantías y reduce asimetrías de información. Sumado a ello, la comunicación transparente sobre repuestos y tiempos de respuesta es decisiva para mitigar percepciones de riesgo en consumidores primerizos. Con base en estas premisas, Rodríguez (2020) plantea la viabilidad de Ecoingenieros SAS pese a costos iniciales elevados con retorno en plazos breves y contribución a la reducción del uso de fuentes contaminantes.

En el caso de las barreras normativas y de incentivos, los territorios con marcos incipientes suelen presentar costos de transacción elevados y menor tracción inversora por incertidumbre regulatoria. Por ende, los diseños institucionales que simplifican licenciamiento, clarifican esquemas de compensación y estandarizan requisitos técnicos resultan determinantes para escalar portafolios de proyectos medianos y pequeños. A la vez, los incentivos deben balancear la señal de largo plazo con sostenibilidad fiscal y evitar dependencias frágiles que detengan inversiones en cambios de ciclo político. Asimismo, la coordinación entre niveles de gobierno agiliza la puesta en marcha y reduce duplicidades de trámites que encarecen la fase de desarrollo. Todo ello se observa en diagnósticos regionales que recomiendan reformas graduales y consistentes de alcance departamental y municipal. En esta perspectiva, Suárez (2018) identifica en Zapatoca obstáculos por incentivos insuficientes y marco débil y propone un diseño regulatorio que facilite la entrada de nuevos inversionistas.

A nivel regional, la articulación de alianzas público privadas con instrumentos tributarios y líneas de crédito dirigidas puede acelerar la cartera de proyectos en tiempos

compatibles con planes de desarrollo. Complementariamente, los programas de formación técnica garantizan disponibilidad de personal certificado para instalación y mantenimiento y reducen cuellos de botella en temporadas de mayor demanda. También, los mecanismos de compras públicas verdes crean demanda ancla y señales de mercado para proveedores locales con efectos positivos sobre la cadena de suministro. Paralelamente, la medición de impactos y la transparencia en ejecución fortalecen la legitimidad social y la continuidad de iniciativas. Con este enfoque programático, el Proyecto de Desarrollo de Energía Renovable en Santander (2024) plantea incentivos, financiamiento y capacitación para consolidar una estrategia regional de largo aliento.

En la misma línea, los parques de gran escala con respaldo gubernamental operan como catalizadores de empleo y de transferencia tecnológica hacia cadenas locales que proveen estructuras, cableado y servicios de obra civil. La conexión firme al Sistema Interconectado Nacional, acompañada de acuerdos de acceso y de expansión de redes, reduce el riesgo de congestión y de vertimiento que degrada la rentabilidad. Además, los incentivos bien diseñados evitan arbitrajes y promueven criterios de desempeño medibles que se alinean con metas climáticas. Sumado a lo anterior, los componentes educativos en territorio elevan la base de talento y favorecen la sostenibilidad operativa mediante formación de técnicos y tecnólogos. En consonancia, el Ecoparque Solar en Cimitarra (2024) proyecta una planta conectada al Sistema Interconectado Nacional con generación de empleo, incentivos locales y formación de perfiles técnicos.

En lo que atañe a infraestructura de gran escala con metas de descarbonización cuantificables, los proyectos anclados en corredores de transmisión priorizados ofrecen mayor certidumbre de conexión y cronogramas de entrada al sistema más estables.

Igualmente, la fragmentación en campos y subcampos facilita etapas constructivas y escalado progresivo con aprendizajes de obra que se trasladan a fases posteriores. Al mismo tiempo, las alianzas con universidades potencian innovación en operación, mantenimiento y reciclaje de módulos al final de su vida útil con enfoque de economía circular. Del lado ambiental, los balances de dióxido de carbono evitado alimentan reportes corporativos y compromisos subnacionales de neutralidad. En esa dirección, el Parque Solar Fotovoltaico Guayacanes (2024) prevé doscientos megavatios, reducción anual de emisiones y conexión al sistema con convenios universitarios para impulsar la innovación.

En el contexto local de emprendimientos especializados, los diagnósticos PEST y los análisis financieros rigurosos permiten validar la oportunidad antes de escalar estructura y comprometer capital significativo. Así, la evidencia sobre aceptación del mercado, costos nivelados y accesos regulatorios informa decisiones de inversión y facilita la priorización de segmentos con mejor tracción. A su vez, la comparación con pares regionales y la sensibilidad de variables críticas como tipo de cambio, tarifas y costos logísticos robustece la planeación y el diseño de escenarios. De resultar favorable, la señal de TIR y de VAN facilita el diálogo con banca local y con fondos que privilegian retornos de mediano plazo en sectores de infraestructura. En esta ruta, Jaimes, Ríos y Serrano (2024) reportan para Soluciones Solares Búcaros SAS un entorno político y tecnológico propicio con TIR de 35,37 por ciento y valor presente neto cercano a cuatrocientos cuarenta y cinco millones.

En el comercio minorista, los casos de autogeneración con alta cobertura de la demanda evidencian impactos inmediatos en estructura de costos y en competitividad de precios al consumidor. La clave suele residir en el perfil de carga del establecimiento, en la curva de generación y en la posibilidad de gestionar excedentes con medición bidireccional

y acuerdos de compensación. Asimismo, la eficiencia del sistema y el mantenimiento programado sostienen el desempeño a lo largo del ciclo de vida con tiempos de indisponibilidad reducidos. Complementariamente, el relato de reducción de emisiones y de responsabilidad ambiental fortalece la marca ante consumidores sensibles a criterios de sostenibilidad. En esta línea aplicada, Badillo y Moreno (2021) diseñan un sistema de cuarenta y tres coma dos kilovatios para un supermercado con cobertura del noventa por ciento, tasa interna de retorno de 43,62 por ciento y reducción anual de dióxido de carbono alineada con objetivos de desarrollo sostenible.

En el ámbito institucional, la adopción en edificios públicos transmite señales potentes al mercado y crea vitrinas tecnológicas replicables con aprendizajes abiertos. Cuando estos proyectos se acompañan de medición pública de resultados como ahorros, disponibilidad y emisiones evitadas se genera confianza y aprendizaje para escalamiento en otras dependencias. A ello se suma la estandarización de pliegos y de requisitos técnicos que reduce incertidumbre para proveedores y acorta curvas de aprendizaje administrativas. Además, los programas de mantenimiento y la gestión oportuna de repuestos garantizan continuidad operativa durante la vida útil esperada. Con ese propósito, la Alcaldía de Bucaramanga (2021) implementa paneles en sedes administrativas con horizonte de veinticinco años orientando la reducción de costos y consolidando una política pública de sostenibilidad.

En 2024, un grupo de emprendedores formuló un modelo empresarial orientado a la comercialización e instalación de paneles solares en Bucaramanga. El estudio de mercado mostró una demanda creciente tanto en el sector residencial como empresarial. Se estructuraron esquemas de financiación y estrategias comerciales que incluyen alianzas con

entidades públicas y privadas, así como un programa de formación técnica. El análisis financiero confirmó la rentabilidad del modelo, además de su contribución al fortalecimiento del ecosistema energético regional.

La Electrificadora de Santander (ESSA, 2021) formuló un plan de expansión empresarial mediante la oferta de servicios solares integrales, que incluyen diagnóstico energético, instalación y mantenimiento. La empresa identificó una demanda creciente y diseñó opciones de financiamiento que permiten la adopción de estos sistemas en diversos sectores. La estrategia incluye alianzas con instituciones educativas para la formación de técnicos calificados, consolidando así su rol como actor clave en la transición energética regional.

4.2. Marco Teórico

A continuación, se desarrollan los fundamentos teóricos y empíricos que respaldan la formulación de un plan de negocio dirigido a la comercialización de paneles solares en Bucaramanga. La energía solar, como fuente renovable, constituye una alternativa frente al aumento sostenido en los costos de electricidad y a la dependencia estructural de sistemas energéticos convencionales. En un contexto urbano caracterizado por el enfoque en sostenibilidad y eficiencia, los sistemas fotovoltaicos adquieren relevancia como mecanismos que articulan variables económicas, sociales y ambientales. Este marco teórico incorpora teorías, enfoques y estudios previos que permiten comprender la relación entre tecnología, rentabilidad y beneficio comunitario, estableciendo las condiciones para que una estructura empresarial logre resultados sostenibles en estos tres niveles.

La energía solar se origina a partir de la radiación solar, un recurso disponible y no agotable, lo que la posiciona como componente fundamental en la transición hacia un

sistema energético basado en fuentes limpias. Datos recientes del Departamento Nacional de Planeación indican que los costos de los sistemas solares han disminuido de forma constante en los últimos años, al tiempo que la eficiencia de conversión de los paneles ha mejorado de manera progresiva (Departamento Nacional de Planeación, 2022). En Bucaramanga, las condiciones climáticas y el nivel de irradiación solar permiten un aprovechamiento técnico adecuado, lo cual se traduce en un potencial de reducción de costos energéticos y mitigación de la huella ambiental asociada al consumo eléctrico convencional.

La adopción de energía solar, desde una perspectiva social, tiene efectos que van más allá del ahorro financiero. Facilita el acceso a energía confiable para sectores excluidos, promueve la equidad en la distribución de servicios y fortalece el desarrollo comunitario mediante el acceso a tecnologías de bajo impacto ambiental. Esta dinámica genera condiciones favorables para el empoderamiento local y la creación de oportunidades en contextos vulnerables. En este marco, los modelos de negocio orientados a la distribución e instalación de sistemas solares deben articular estrategias centradas en la adaptabilidad, el acompañamiento técnico y la financiación accesible.

Diversos enfoques teóricos sobre innovación tecnológica y economía de la energía han sido aplicados para sustentar la estructura empresarial de proyectos solares. Según lo argumentado por García y Muñoz (2021), la sostenibilidad de estos modelos depende de factores como los incentivos tributarios, las condiciones de financiación, la reducción de costos operativos y la planificación integral de inversiones. En Colombia, la Ley 1715 de 2014 se ha convertido en un instrumento que permite a los actores del mercado acceder a

beneficios fiscales por la implementación de sistemas renovables, creando un entorno normativo favorable para su adopción y desarrollo.

Bajo este marco, se han consolidado distintas formas de estructurar la comercialización de sistemas solares, desde la venta directa hasta modelos que incorporan esquemas de arrendamiento, microfinanzas o pagos escalonados. Estas alternativas buscan eliminar la barrera de entrada que representa la inversión inicial. Al integrar tecnologías emergentes, como plataformas de monitoreo digital o gestión automatizada, el modelo de negocio no solo incrementa su eficiencia operativa, sino que también fortalece la confianza del consumidor.

Los antecedentes empíricos en el área de energías renovables en Santander permiten observar el desarrollo de distintos proyectos con enfoques aplicados. En Girón, un programa de autogeneración solar en empresas manufactureras permitió la reducción de hasta el 40 % de los costos energéticos, mejorando la competitividad de las industrias participantes. En Floridablanca, un piloto implementado en cincuenta viviendas logró una rentabilidad anual del 15 %, evidenciando la viabilidad del modelo residencial. En Bucaramanga, la implementación de sistemas de iluminación solar en parques redujo el consumo de energía convencional en espacios públicos en más de un 30 %, consolidando una estrategia replicable.

Adicionalmente, el área metropolitana ha registrado otras iniciativas relevantes. La administración municipal instaló paneles solares en edificios públicos, estableciendo un precedente institucional en materia de eficiencia y gestión ambiental. Por su parte, emprendedores locales han formulado empresas de instalación y mantenimiento de sistemas solares, lo que sugiere una consolidación del mercado a nivel regional. De igual forma,

diversos conjuntos residenciales han adoptado sistemas fotovoltaicos, integrándolos a las redes internas como forma de gestión de consumo y reducción de emisiones.

Desde la perspectiva financiera, estudios como los desarrollados por Ramírez (2020) sostienen que proyectos de energía solar en Colombia presentan periodos de recuperación de entre cinco y ocho años, dependiendo del nivel de radiación, la tarifa local y los beneficios fiscales disponibles. Indicadores como el retorno de la inversión, el valor presente neto y el tiempo de recuperación permiten proyectar la sostenibilidad económica de estas iniciativas bajo diferentes escenarios.

El análisis financiero, sin embargo, debe integrarse con dimensiones sociales, incluyendo la generación de empleo directo, la creación de capacidades técnicas en instaladores y operadores, y la dinamización de cadenas productivas asociadas. La formación de competencias locales no solo garantiza el mantenimiento de los sistemas, sino que también propicia la consolidación de una economía verde.

En lo normativo, la Ley 1715 de 2014 establece los principios para la promoción y regulación de fuentes no convencionales de energía en Colombia. Este instrumento legal ha sido complementado por resoluciones de la Comisión de Regulación de Energía y Gas, que definen las condiciones de conexión a la red, las tarifas asociadas y los mecanismos de compensación. Estos lineamientos han permitido que los sistemas fotovoltaicos accedan a un marco institucional claro, que estimula su crecimiento y ofrece seguridad a los inversores.

Es entendible que los desarrollos regulatorios, económicos y técnicos configuran un escenario propicio para la formulación de modelos empresariales sostenibles en energía solar. La convergencia de incentivos fiscales, condiciones climáticas favorables y

disponibilidad tecnológica abre la posibilidad de estructurar un plan de negocio con proyecciones realistas y con impacto en el bienestar regional.

4.3. Marco Conceptual

El concepto de energía solar ha adquirido una relevancia creciente en las últimas décadas como parte de las estrategias globales para enfrentar el cambio climático y la crisis ambiental. Su fundamento radica en el aprovechamiento de la radiación solar como fuente primaria para la generación de electricidad mediante tecnologías fotovoltaicas. Esta forma de energía renovable se caracteriza por ser limpia, ya que no produce emisiones de gases contaminantes, y por estar disponible en casi todas las regiones del planeta. La Agencia Internacional de Energía (2023) sostiene que, a medida que los costos de producción han disminuido y la eficiencia de los paneles solares ha aumentado, su adopción se ha expandido a distintos niveles, desde pequeños sistemas residenciales hasta grandes plantas industriales.

Uno de los aspectos fundamentales de la energía solar es su capacidad para contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. La Agencia Internacional de Energía Renovable (2022) destaca que los países que han promovido políticas de incentivos fiscales y subsidios han experimentado un crecimiento sostenido en la instalación de sistemas solares. Esta tendencia ha impactado positivamente la estructura del mercado energético, haciendo que los sistemas fotovoltaicos resulten más accesibles para consumidores residenciales y comerciales. Además, el desarrollo de tecnologías de almacenamiento ha permitido mitigar uno de los principales desafíos de la energía solar: su intermitencia.

Desde el punto de vista tecnológico, la investigación ha impulsado avances significativos en los materiales utilizados para la fabricación de paneles. El Laboratorio Nacional de Energías Renovables (2023) indica que los materiales semiconductores de alta calidad, como el silicio monocristalino, han mejorado notablemente la conversión de la luz solar en energía eléctrica. Asimismo, la integración de paneles solares en elementos arquitectónicos como fachadas o tejados ha transformado el diseño urbano, incorporando principios de sostenibilidad sin sacrificar funcionalidad.

A pesar de sus beneficios, la energía solar enfrenta limitaciones relacionadas con la disponibilidad de radiación solar en ciertas regiones y la necesidad de soluciones de almacenamiento eficientes. La Solar Energy Industries Association (2022) señala que las baterías solares y otras tecnologías de almacenamiento son clave para garantizar la disponibilidad continua de energía, especialmente en horas nocturnas o en condiciones climáticas adversas. El avance en este campo ha permitido que la energía solar sea considerada cada vez más confiable, contribuyendo a su integración en las redes eléctricas nacionales.

El impacto económico de la energía solar se refleja en la generación de empleo y la reducción de costos operativos. BloombergNEF (2023) documenta que la industria solar ha dinamizado mercados laborales mediante la creación de empleos en fabricación, instalación y mantenimiento. Esta situación, sumada a la disminución de la dependencia de combustibles fósiles, mejora la estabilidad financiera de las organizaciones que optan por fuentes renovables.

El principio de sostenibilidad se entrelaza con la adopción de energías renovables, incluyendo la solar. Según la Organización de las Naciones Unidas (2023), la sostenibilidad

implica la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones. Esta definición integra tres dimensiones: ambiental, social y económica. En el ámbito ambiental, la energía solar contribuye a la reducción de emisiones contaminantes; en el social, promueve el acceso equitativo a la energía; y en el económico, impulsa nuevos modelos de negocio basados en tecnologías limpias.

El Instituto de Recursos Mundiales (2022) subraya que la sostenibilidad ambiental requiere estrategias que prioricen el uso eficiente de los recursos naturales. En este contexto, la energía solar representa una alternativa viable para minimizar la presión sobre los ecosistemas y preservar la biodiversidad. La sostenibilidad social, por su parte, busca reducir las desigualdades en el acceso a servicios básicos como la electricidad. El acceso a energía solar mejora la calidad de vida y permite el desarrollo de actividades productivas, especialmente en zonas rurales o marginadas.

Desde la perspectiva económica, la sostenibilidad se vincula con la adopción de modelos como la economía circular, que privilegia la reutilización y el reciclaje. El Foro Económico Mundial (2022) señala que la inversión en tecnologías limpias es una estrategia para diversificar economías y reducir la dependencia de recursos no renovables. Las iniciativas empresariales que incorporan energía solar en sus operaciones contribuyen a este objetivo, al tiempo que fortalecen su competitividad.

La viabilidad financiera es otro concepto fundamental en el marco conceptual de la energía solar. Investopedia (2023) define este término como la capacidad de un proyecto para generar ingresos suficientes que permitan cubrir sus costos y obtener ganancias sostenibles en el tiempo. Esta evaluación requiere un análisis detallado de indicadores como el Retorno de la Inversión (ROI), el Valor Presente Neto (VPN) y el flujo de caja. La

Harvard Business Review (2022) resalta la importancia de considerar también la duración del retorno de inversión como criterio para la toma de decisiones.

El análisis de flujo de caja permite prever la disponibilidad de recursos financieros para cubrir las obligaciones del proyecto, evitando situaciones de iliquidez. La Small Business Administration (2023) recomienda monitorear periódicamente este indicador y realizar proyecciones realistas, con el fin de garantizar la sostenibilidad financiera a corto y largo plazo. Además, la selección de fuentes de financiamiento apropiadas influye en la estabilidad del proyecto. El Financial Times (2023) destaca que cada fuente, ya sea capital propio, créditos bancarios o inversión externa, conlleva riesgos y condiciones específicas que deben evaluarse con rigor.

La eficiencia energética es otro concepto vinculado al desarrollo sostenible y a la energía solar. Consiste en el uso racional de la energía, optimizando su aprovechamiento sin disminuir el rendimiento de los procesos productivos o servicios. La Agencia Internacional de Energía (2023) plantea que, en sectores como la industria y el transporte, la eficiencia energética permite reducir costos operativos y disminuir emisiones. En el ámbito residencial, la combinación de sistemas solares y tecnologías eficientes contribuye al ahorro y a la mitigación del impacto ambiental.

El Consejo Mundial de Energía (2022) sugiere que las auditorías energéticas son herramientas clave para identificar oportunidades de mejora. En el contexto de la energía solar, estas auditorías permiten definir estrategias de integración que maximicen los beneficios. En paralelo, el Departamento de Energía de Estados Unidos (2023) insiste en que pequeños cambios en los hábitos de consumo pueden tener efectos significativos en la demanda energética general.

El marco conceptual también debe incluir la comprensión del mercado energético. Este mercado, según la Agencia Internacional de Energía (2023), se estructura en torno a la oferta y la demanda de distintas fuentes de energía, y está influido por factores como los precios internacionales, las políticas gubernamentales y los avances tecnológicos. En este escenario, las energías renovables están ganando participación frente a las fuentes tradicionales, generando un nuevo equilibrio en la matriz energética.

El Banco Mundial (2022) observa que, en algunos países, la liberalización del mercado ha promovido la competencia, mejorando la eficiencia y reduciendo los precios. No obstante, la volatilidad de los precios de combustibles fósiles sigue siendo un riesgo para la estabilidad del sistema. La Administración de Información Energética de Estados Unidos (2023) considera que la transición hacia energías limpias debe acompañarse de políticas regulatorias que garanticen un acceso equitativo y confiable.

Además, el componente normativo resulta indispensable en cualquier proyecto que involucre energía solar. La normatividad ambiental, tal como la define el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2023), tiene como propósito regular el uso de los recursos y mitigar los impactos negativos de las actividades humanas. La Agencia Europea de Medio Ambiente (2023) enfatiza que las auditorías ambientales y los estudios de impacto son instrumentos esenciales para garantizar el cumplimiento normativo.

El Banco Mundial (2022) añade que la integración de criterios ambientales en la planificación económica permite construir modelos de desarrollo más equitativos. Los acuerdos multilaterales, como el Acuerdo de París, establecen compromisos concretos para reducir emisiones. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio

Climático (2023) resalta que la cooperación internacional y la educación ambiental son fundamentales para asegurar la efectividad de las normativas.

Las energías renovables, y en particular la solar, constituyen una de las estrategias más relevantes para transformar el sistema energético mundial. La Agencia Internacional de Energía Renovable (2023) reafirma que estas fuentes son esenciales para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En este contexto, el Laboratorio Nacional de Energía Renovable (2022) sostiene que la eficiencia tecnológica y la reducción de costos consolidan a la energía solar como una opción competitiva y sostenible en el mediano y largo plazo.

4.4. Marco Legal

El desarrollo del plan de negocio orientado a la comercialización de paneles solares en Colombia se sustenta en un marco normativo que promueve activamente la transición hacia fuentes no convencionales de energía. La Ley 1715 de 2014 establece las condiciones para la integración de energías renovables al sistema energético nacional, permitiendo su aprovechamiento a través de incentivos tributarios como la deducción del 50 % del valor de la inversión del impuesto sobre la renta, la exclusión del impuesto al valor agregado (IVA) para equipos y componentes, y la posibilidad de aplicar mecanismos de depreciación acelerada. Estas disposiciones han sido fundamentales para favorecer la estructuración financiera de proyectos basados en energía solar y facilitar su implementación en sectores productivos, residenciales y comerciales.

La Ley 2099 de 2021 fortalece los contenidos de la Ley 1715, al ampliar el concepto de transición energética y consolidar nuevos mecanismos de participación para agentes privados. Entre sus disposiciones, se encuentran incentivos adicionales para proyectos a pequeña y mediana escala, nuevas categorías para la generación distribuida, y

una mayor articulación entre entidades públicas y privadas. Estas medidas contribuyen a mejorar las condiciones para el desarrollo de modelos de negocio sostenibles en el sector energético colombiano, al tiempo que consolidan una hoja de ruta normativa hacia la descarbonización.

El Decreto 2469 de 2014 reglamenta el procedimiento administrativo y técnico que deben cumplir los proyectos para acceder a los beneficios de la Ley 1715. Esta reglamentación atribuye a la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) la competencia para certificar la viabilidad de cada propuesta, previo cumplimiento de criterios de elegibilidad en términos de componentes, diseño técnico y gestión documental. Por su parte, el Decreto 1073 de 2015, que compila toda la normativa del sector de Minas y Energía, recoge y organiza la legislación sobre autogeneración y generación distribuida. Este decreto incorpora lineamientos ambientales, financieros y operativos que deben cumplir los proyectos solares para asegurar su ejecución bajo criterios de sostenibilidad.

La Resolución 030 de 2018 de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) define los requisitos para la conexión de autogeneradores a pequeña escala y generadores distribuidos al Sistema Interconectado Nacional. Este instrumento normativo posibilita que los usuarios residenciales o comerciales no solo consuman la energía generada mediante paneles solares, sino que además inyecten los excedentes a la red eléctrica, generando ingresos o compensaciones. Esta disposición resulta especialmente relevante para la viabilidad del presente modelo de negocio, ya que amplía las fuentes de retorno económico asociadas a la autogeneración energética.

En relación con la prestación del servicio, la Ley 142 de 1994 establece que las empresas privadas pueden participar en la generación, distribución y comercialización de

energía, incluyendo aquellas provenientes de fuentes alternativas. Esta norma habilita el desarrollo de iniciativas empresariales que integren tecnologías limpias, siempre que cumplan con los requisitos legales y técnicos establecidos por las autoridades competentes.

La constitucionalidad de este marco normativo ha sido avalada por la Corte Constitucional a través de la Sentencia C-107 de 2019. En esta decisión, el tribunal declaró exequible la Ley 1715 de 2014, al considerar que sus disposiciones no vulneran principios constitucionales y que responden al mandato estatal de protección del medio ambiente y promoción del desarrollo sostenible. Este pronunciamiento otorga estabilidad jurídica a los proyectos de energía solar que se formulen con base en dicha ley.

El cumplimiento de los estándares técnicos en la implementación de los sistemas solares está regulado por normas técnicas colombianas emitidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. La NTC 2774 de 1990 define los criterios de calidad para los materiales aislantes térmicos utilizados en colectores solares. La NTC 2959 de 1991 establece procedimientos de ensayo para baterías de almacenamiento aplicadas a sistemas fotovoltaicos. La NTC 3507 de 1993 regula la instalación de sistemas solares de calentamiento de agua, mientras que la NTC 4405 de 1998 fija métodos de ensayo para la evaluación del rendimiento de sistemas solares fotovoltaicos. La GTC 114 de 2004 constituye una guía para la implementación de sistemas solares en zonas rurales dispersas, incorporando parámetros de seguridad, diseño y eficiencia (Icontec, 2004).

5. Metodología

5.1. Tipo de Investigación

El diseño metodológico del plan de negocio orientado a la comercialización de paneles solares en Bucaramanga se fundamentó en un enfoque mixto, estructurado en tres fases secuenciales: exploratoria, descriptiva y correlacional. Este enfoque combinó la interpretación de variables sociales con la medición cuantitativa de parámetros energéticos, económicos y técnicos. El diseño mixto permitió una comprensión amplia del fenómeno, integrando distintas fuentes de información y perspectivas analíticas, en línea con los planteamientos de Creswell (2014), quien propone esta aproximación para estudiar fenómenos complejos desde una lógica complementaria.

5.2. El Enfoque de la Investigación

El estudio aplica un diseño mixto que combina una fase cuantitativa, basada en encuestas y análisis estadístico, con una fase cualitativa, sustentada en entrevistas y grupos focales; la integración de ambos conjuntos de datos mediante triangulación refuerza la consistencia y la validez de los resultados.

El componente cuantitativo se sustentó en un paradigma positivista, orientado a la medición objetiva de variables y a la identificación de patrones generalizables. Se diseñó un cuestionario cerrado con escala tipo Likert y preguntas dicotómicas, estructurado en tres bloques: perfil sociodemográfico, consumo y percepción energética, y disposición a pagar. Tomando la caracterización socioeconómica oficial de Bucaramanga (DANE 2024), se aplicó un muestreo bietápico estratificado que reproduce la distribución por estrato (60 % E1, 28 % E2, 6 % E0, 4 % E3 y 2 % E4) y la participación demográfica de las comunas y la periferia. El tamaño muestral quedó en 63 personas, suficiente para trabajar

con un error de $\pm 10\%$ y un nivel de confianza del 90% ($Z = 1,645$), manteniendo cuotas de control para la variable ingreso y la incidencia de pobreza monetaria.

El componente cualitativo se abordó mediante un análisis temático de la literatura científica y técnica relacionada con la adopción de sistemas fotovoltaicos. La revisión consideró artículos académicos, informes sectoriales, normativas vigentes y casos de estudio comparables, lo que permitió construir un panorama amplio sobre los factores que influyen en la aceptación de tecnologías solares. Para organizar la información se aplicó codificación abierta y axial siguiendo el procedimiento propuesto por Denzin y Lincoln (2011), identificándose como ejes centrales la confianza tecnológica, la percepción de costos, las barreras estéticas y las estrategias de comunicación.

Con base en estas categorías se delinearon los elementos esenciales de la propuesta de valor del proyecto, asegurando su coherencia con la evidencia empírica disponible y las mejores prácticas reportadas en mercados análogos. El ejercicio documental permitió, además, reconocer vacíos de conocimiento y oportunidades de diferenciación competitiva, tales como la necesidad de información clara sobre garantías y mantenimiento, el potencial de esquemas de financiamiento flexibles y la importancia de materiales visuales que demuestren el impacto estético mínimo de los paneles. De esta forma, el análisis cualitativo aporta una base conceptual sólida para sustentar las decisiones estratégicas en diseño de producto y mercadeo.

5.3. Población y Muestra Poblacional

La población objetivo del estudio se definió como los hogares de Bucaramanga y su Área Metropolitana, con un total estimado de 509 918 habitantes, según proyecciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2024). La caracterización

socioeconómica reportada por la Alcaldía de Bucaramanga y el DANE (2024) muestra la siguiente distribución por estrato: 60 % en estrato 1, 28 % en estrato 2, 6 % en estrato 0, 4 % en estrato 3 y 2 % en estrato 4. Desde el enfoque geográfico, la Comuna 1 concentra el 33 % de la población, la Comuna 4 el 11 %, la Comuna 14 el 6 % y los corregimientos rurales el 7 % (Alcaldía de Bucaramanga, 2023). Además, la incidencia de pobreza monetaria urbana se ubicó en 7,7 % según la Gran Encuesta Integrada de Hogares (DANE, 2024).

El tamaño de muestra se calculó utilizando la fórmula para poblaciones finitas propuesta por Cochran (1977):

$$n = \frac{\frac{z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{e^2 \cdot N} \right)}$$

Donde:

- $z=1,96$ (nivel de confianza del 95 %)
- $p=0,5$ (proporción máxima de variabilidad)
- $e=0,12$ (margen de error permitido del 12 %)
- $N=509\,918$ (tamaño de la población)

Con estos parámetros, el cálculo arrojó un tamaño muestral de 63 hogares, suficiente para garantizar validez estadística en el análisis inferencial, incorporando factores de expansión para generalización de resultados.

$$\frac{z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{e^2} = \frac{1,96^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5}{0,12^2} = \frac{3,8416 \cdot 0,25}{0,0144} = \frac{0,9604}{0,0144} \approx 66,694$$

$$1 + \left(\frac{66,694}{509\,918} \right) = 1 + 0,000131 \approx 1,000131$$

$$n = \frac{66,694}{1,000131} \approx 66,685$$

5.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

Las técnicas de recolección se organizaron en dos frentes complementarios. El primero correspondió al componente cuantitativo, implementado mediante un cuestionario autoaplicado estructurado en tres bloques: a) perfil sociodemográfico, b) consumo y percepción energética, y c) disposición a pagar. Cada bloque incluyó ítems dicotómicos y afirmaciones con escala tipo Likert de cinco puntos para medir frecuencia o grado de acuerdo. El instrumento fue diseñado con base en las directrices metodológicas propuestas por Creswell (2014) y validado a través de juicio de expertos en gestión energética y diseño de encuestas.

La prueba piloto se aplicó a diez hogares con características similares a la población objetivo. A partir de esta etapa se realizaron ajustes centrados en la claridad semántica y la secuencia lógica de los ítems. La consistencia interna del instrumento se estimó mediante el coeficiente alfa de Cronbach, calculado con el software SPSS Statistics v.26, obteniendo un

valor global de 0,82, lo cual indica una fiabilidad aceptable en contextos de investigación aplicada.

Ecuación del Alfa de Cronbach:

$$\alpha = \frac{k}{k - 1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k \sigma_i^2}{\sigma_T^2} \right)$$

El segundo frente correspondió al componente cualitativo y consistió en un análisis bibliográfico. Se realizó una búsqueda sistemática en bases de datos académicas, informes sectoriales y normativa nacional relacionada con energías renovables. La estrategia incluyó filtros por fecha, idioma y pertinencia temática, conforme a los lineamientos de Denzin y Lincoln (2011), con el fin de garantizar exhaustividad y relevancia. Se exploraron estudios sobre adopción de energía solar en viviendas de Bucaramanga, percepción de costos de paneles solares en Colombia, factores sociales como confianza tecnológica y aceptación, esquemas de financiamiento como el leasing y la Ley 1715, así como barreras técnicas en estratos bajos. Cada fuente se clasificó por autor, año, objetivos, metodología y hallazgos, y fue codificada de forma abierta y axial para identificar categorías como confianza tecnológica, percepción de costos, barreras estéticas y estrategias de comunicación. Esta matriz sirvió como insumo analítico y base de comparación para los resultados del cuestionario, fortaleciendo la coherencia entre ambos enfoques.

Tabla 1*Descripción desarrollo de objetivos*

Título	Objetivo	Fases	Resultado esperado
Objetivo Específico 1	Realizar un estudio de mercado que establezca la relación entre oferta y demanda y analice el potencial solar del sector urbano seleccionado.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicación de 63 encuestas estratificadas. 2. Recolección de datos secundarios (DANE, UPME, XM). 3. Análisis PESTEL y proyección de demanda 2025-2029. 	Perfil del cliente, tamaño del mercado ($\approx 4\,300$ kWp/año) y tasa prevista de adopción.
Objetivo Específico 2	Diseñar el plan de negocio desde el punto de vista administrativo y jurídico, considerando la normativa vigente.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definición de figura jurídica (SAS) y trámites. 2. Elaboración de organigrama y roles. 3. Matriz normativa (Ley 1715, Ley 2099, RETIE, etc.). 	Estructura organizacional definida y ruta de formalización legal.
Objetivo Específico 3	Determinar los requerimientos técnicos y de infraestructura necesarios para la comercialización de paneles solares.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estandarización de kits FV (3, 5 y 7 kW). 2. Dimensionamiento de cuadrillas e instalaciones. 3. Cálculo de inventario y cadena de suministro. 	Plan operativo que garantiza instalaciones en ≤ 48 h y stock optimizado.

Objetivo Específico 4	Analizar la viabilidad financiera del plan de negocio para la comercialización de paneles solares como solución energética.	<p>1. Elaboración del flujo de caja proyectado a 10 años.</p> <p>2. Cálculo de VAN, TIR y periodo de recuperación.</p> <p>3. Análisis de sensibilidad (CAPEX, tipo de cambio, tasa de descuento).</p>	<p>Indicadores financieros: VAN ≈ COP 1,54 millones, TIR 29 % y payback 4,2 años que respaldan la factibilidad económica.</p>
-----------------------	---	---	---

Nota. Las fases y actividades se articulan bajo un enfoque mixto que triangula datos cuantitativos y cualitativos, garantizando coherencia entre el análisis de mercado, los criterios técnicos y el marco regulatorio.

6. Desarrollo de los Objetivos

6.1. Estudio de Mercados para la Comercialización de Paneles Solares

La transición energética en Colombia ha ganado protagonismo en los últimos siete años, explicado en parte por la expansión de fuentes fotovoltaicas que han diversificado la matriz eléctrica y atraído un flujo creciente de inversión extranjera. Comprender el desempeño histórico de esta tecnología, desde sus primeras instalaciones comerciales hasta la consolidación de parques a gran escala, permite situar los costos, la generación efectiva y la velocidad de despliegue dentro del contexto macroeconómico nacional. Al vincular estas cifras con variables como el tipo de cambio, la creación de empleo y la política fiscal, el componente económico del análisis PESTEL revela cómo la energía solar impacta la competitividad industrial y el poder adquisitivo de los hogares.

En paralelo, los resultados de la encuesta aplicada a potenciales usuarios residenciales aportan una lectura microeconómica necesaria ya que releva las expectativas de ahorro, capacidad de inversión inicial y disposición a adoptar esquemas de financiamiento delinear un mercado emergente que exige estrategias comerciales específicas. Integrar estos datos con las 4 P del marketing permitirá diseñar propuestas de valor coherentes con la realidad económica y regulatoria que se proyecta para 2025-2029, dotando al estudio de una visión holística que abarque tanto las macrotendencias del sector como las motivaciones y barreras del consumidor final.

Histórico de Generación de Energía Fotovoltaica

Para definir el histórico de generación de energía fotovoltaica, se toman los datos de Statista (2024) identifica un punto de partida simbólico de apenas 1 MW de capacidad fotovoltaica en 2015, mientras que el Ministerio de Minas y Energía (2021) confirma un

salto sustancial a lo largo del sexenio siguiente, impulsado por incentivos fiscales y los resultados de la subasta de 2019. El Departamento Nacional de Planeación (2024) indica que, aun cuando el país seguía por debajo de los 100 MW en 2020, la curva de adopción se tornó exponencial gracias a la maduración regulatoria y a la reducción de costos de los módulos. De hecho, Energía Estratégica (2024) reporta que en abril de 2024 ya operaban 1 773 MW, cifra que la Asociación SER Colombia (2024) elevó a 1 881 MW al cierre de diciembre, reflejo de 33 proyectos conectados ese mismo año.

Figura 1

Histórico de generación de energía (2015-2024)



El histograma revela una curva de adopción claramente exponencial, en relación a que la capacidad fotovoltaica instalada pasó de un nivel apenas testimonial en 2015 (1 MW) a crecimientos todavía modestos hasta 2019 (57 MW), tras lo cual se observa un primer cambio de pendiente en 2021 (209 MW) coincidente con la entrada en operación de los

proyectos adjudicados en la subasta de 2019. El salto más pronunciado ocurre entre 2023 y 2024, cuando la capacidad se multiplica por casi tres: de 676 MW a 1 773 MW en abril y 1 881 MW al cierre de diciembre. Ese pico responde tanto a los incentivos fiscales vigentes (beneficios de la Ley 1715 y de la Ley 2099) como a la maduración simultánea de varios parques de escala industrial en la Costa Caribe, lo que convierte a 2024 en el punto de inflexión definitivo de la curva.

En términos estratégicos, el gráfico sugiere que el país ha abandonado la fase de introducción tecnológica y ha entrado en una etapa de crecimiento acelerado: más del 70 % de la capacidad total se instaló en los últimos dos años del período analizado. Este patrón refuerza la probabilidad de alcanzar, e incluso superar, la meta oficial cercana a 6 GW hacia 2026 si se mantiene la tasa de incorporación de proyectos vista en 2024. Además, al comparar la pendiente de los últimos tramos con los primeros, se observa una creciente presión sobre la infraestructura de transmisión y la necesidad de mecanismos de integración (almacenamiento, líneas de interconexión, mercados de servicios complementarios) para absorber el despliegue previsto sin comprometer la estabilidad del sistema eléctrico nacional.

Análisis PESTEL

La Figura 1, muestra que la energía fotovoltaica pasó de ser marginal (- 1 MW en 2015) a representar casi 9 % de la capacidad eléctrica nacional en solo nueve años, con 70 % de ese salto concentrado en 2023- 2024. Ese crecimiento redefine la matriz energética y, por extensión, los riesgos y oportunidades del entorno macro- meso en el que operan los inversionistas solares. Así las cosas, el PESTEL incorpora tanto los elementos que influyeron en la expansión (incentivos fiscales, mejora de costos y presión climática) como

las barreras emergentes (limitaciones de red y estabilidad normativa), ofreciendo una visión sistémica para los próximos cinco años.

Tabla 2

PESTEL

Dimensión	Acontecimientos / Variables clave	Impacto estratégico (2025-2029)
Política	<ul style="list-style-type: none"> • Ley 1715 (2014) y Ley 2099 (2021) mantienen exenciones tributarias y depreciación acelerada. • Meta gubernamental de 6 GW FNCER a 2026; fotovoltaica aporta ~1,9 GW al 2024 (≈ 32 % de la meta). 	<p>Sostiene un entorno favorable de incentivos pero expone el sector a cambios de orientación gubernamental; la continuidad regulatoria resulta crítica para financiar > 4 GW adicionales.</p>
Económica	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad FV crece 2 800 % entre 2018 y 2024 (13 → 1 881 MW). • LCOE solar < US \$42/MWh, por debajo del promedio térmico e hídrico spot. • Flujos de IED se concentran en Caribe (Atlántico, Cesar, Córdoba). 	<p>Reducción de costos y mayor competitividad elevan la bancabilidad pero aumentan la presión sobre redes y tarifas de uso; volatilidad COP/USD encarece componentes importados.</p>
Social	<ul style="list-style-type: none"> • Encuestas muestran 89 % de aceptación residencial si la cuota mensual ≤ factura actual. • Creación de > 19 000 empleos directos en construcción/O&M a 2024. 	<p>Alto capital reputacional; las comunidades exigen beneficios tangibles (empleo local, tarifas preferentes) y consulta previa donde aplique.</p>
Tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> • Penetración rápida tensiona la red: necesidad de almacenamiento y ampliación de sub-estaciones. 	<p>Se abren oportunidades en BESS, digitalización y mantenimiento predictivo; retrasos en expansión de</p>

	<ul style="list-style-type: none"> Factores de capacidad promedios: 22 %; potencial de mejora con seguimiento y bifaciales. 	transmisión pueden frenar la conexión de nueva capacidad.
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> Sustitución potencial de ≈ 4 TWh térmicos anuales al 2029, reduciendo $\approx 1,9$ MtCO_{2e}/año. Presión para gestión de residuos de módulos (fin de vida útil). 	Refuerza compromisos NDC y reputación verde; se requerirán normas de reciclaje de paneles y economía circular.
Legal	<ul style="list-style-type: none"> Resolución CREG 075- 2021 sobre cargos de conexión y Resolución 40284- 2022 (trámites UPME) aceleran tiempos. Litigios recientes por licencias ambientales en parques > 100 MW. 	Mejora la confianza frente a los plazos, pero los vacíos en normativa de desmantelamiento y reciclaje pueden aumentar costos futuros; vigilancia a jurisprudencia ambiental.

El análisis PESTEL deja ver cómo la expansión fotovoltaica colombiana se centra en la interacción de tres pilares: política, economía y tecnología. La permanencia de beneficios tributarios y la meta oficial de seis gigavatios ofrecen una señal de largo plazo que anima la inversión, mientras que un costo nivelado de la energía por debajo de la generación térmica consolida la viabilidad financiera siempre que la volatilidad cambiaria no erosione los márgenes. Sin embargo, la infraestructura de transmisión avanza a menor ritmo que la curva de adopción y amenaza con convertirse en el cuello de botella real. En el plano social y ambiental, la alta aceptación ciudadana y la reducción de emisiones fortalecen la narrativa de transición, pero la disposición comunitaria y la correcta gestión de residuos de paneles definen la legitimidad futura de cada proyecto.

El marco legal agiliza plazos de conexión y aporta certeza regulatoria, aunque la ausencia de lineamientos sobre desmantelamiento genera pasivos latentes que los

desarrolladores deben anticipar mediante acuerdos de reciclaje y planes de salida responsables. De la capacidad del sector para armonizar estos factores dependerá que la trayectoria exponencial observada entre 2023 y 2024 se mantenga durante el próximo quinquenio.

Proyección de Demanda

Para la proyección de la demanda a cinco años se hace uso de los datos alojados en EMIS, donde se deja ver un crecimiento sostenido de los ingresos operativos en empresas como C.I. Energía Solar S.A.S. E.S. Windows: de US \$238,7 millones en 2020 a US \$632,2 millones en 2024, con tasas anuales que pasaron de 56 % (2021) y 52 % (2022) a 7,7 % (2023) y 3,9 % (2024). Esta desaceleración indica que la empresa ha superado la fase de adopción inicial y está entrando en una etapa de crecimiento maduro; por ello, se emplea un modelo de crecimiento decreciente que parte de una expansión del 15 % en 2025 y se modera gradualmente hasta el 6 % en 2029, reflejando tanto la curva histórica como las previsiones de estabilización del mercado de proyectos solares residenciales e industriales.

Por otro lado, Statista (2024) y SER Colombia (2024) exponen que la capacidad fotovoltaica nacional creció de 1 MW en 2015 a un rango de 1 773-1 881 MW en 2024. Con esa base, y siguiendo el escenario de consenso que prevé una expansión de 2,28 GW en 2025 a 12,85 GW en 2029, se aplica un factor de capacidad medio de 22 % reportado por XM (2025) para los parques de la Costa Caribe y el altiplano. De esta manera la potencia instalada se convierte en energía efectivamente inyectada a la red, lo que delimita la demanda que la generación solar cubrirá dentro del Sistema Interconectado Nacional.

Tabla 3

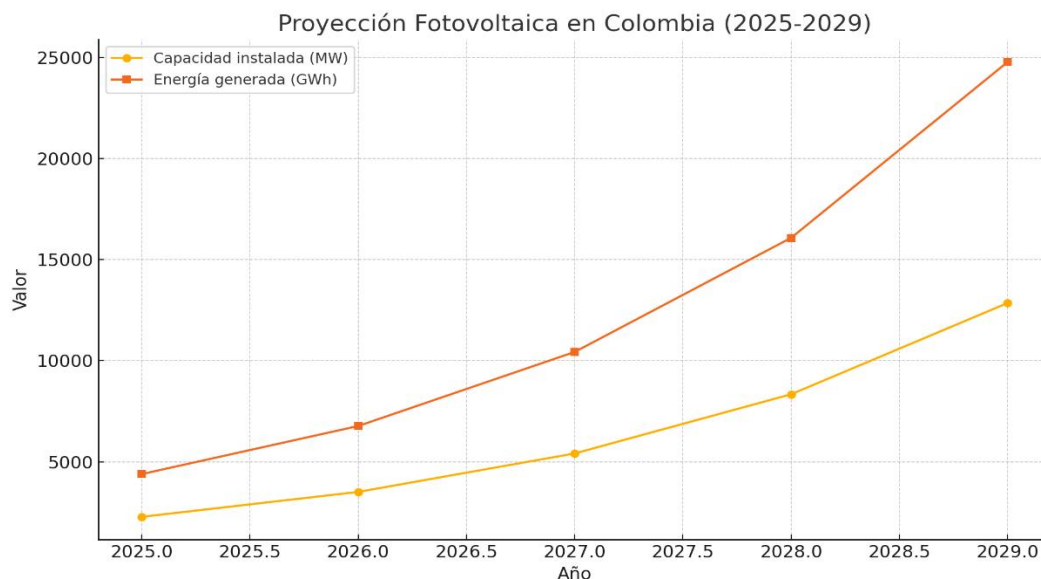
Proyección de demanda (2025-2029)

Año	Capacidad instalada (MW)	Energía generada (GWh)	Equivalente (TWh)
2024	1 881	3 625	3,63
2025	2 280	4 394	4,39
2026	3 513	6 770	6,77
2027	5 413	10 432	10,43
2028	8 340	16 073	16,07
2029	12 850	24 765	24,77

La proyección se apoya en el portafolio de 85 proyectos que, al cierre de 2024, sumaban 1,77 GW en pruebas u operación y en los 11 GW adicionales con obligación de conexión antes de 2030 consignados en el registro de la UPME (2025). El cronograma aprobado concentra cerca de 40 % de esa nueva capacidad entre 2025 y 2026, lo que explica la rápida duplicación inicial; la vigencia plena de los incentivos fiscales introducidos por la Ley 2099 impulsa, además, contratos PPA que fijan precios a largo plazo y anclan las fases de 2027-2029, según el Ministerio de Minas y Energía (2025). Al convertir la potencia esperada en energía con el rendimiento medio de 22 % observado por XM (2025) en Guajira, Cesar y Cundinamarca, el volumen anual se eleva de 4,4 TWh en 2025 a 24,8 TWh en 2029, capacidad suficiente para absorber el crecimiento de la demanda nacional sin ampliar la participación térmica.

Figura 2

Proyección de producción

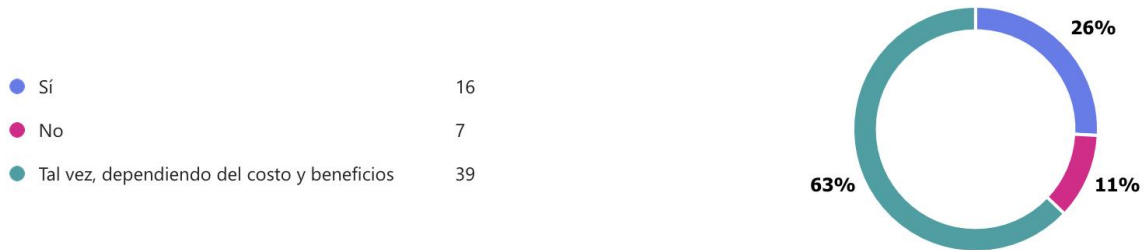


Resultados de la encuesta (4P's)

Una lectura de la encuesta permite afirmar que la propuesta de valor debe girar alrededor de soluciones integrales y adaptables. Casi nueve de cada diez hogares aceptarían la instalación de un sistema fotovoltaico si el beneficio económico se percibe de forma clara, y dos tercios se muestran abiertos al formato “tal vez”, lo que confirma la importancia de eliminar la incertidumbre técnica y financiera desde la fase de diseño. Este hallazgo sugiere centralizar el producto en versiones escalables de 3 kW, 5 kW y 7 kW, cada una acompañada de micro-inversores, sensores de monitoreo y garantía de rendimiento por diez años. La misma información revela un interés significativo en los servicios posventa: el 79 % prefiere un esquema que incluya mantenimiento preventivo y asistencia remota, por encima de la propiedad total del equipo. Esto valida la conveniencia de ofrecer un contrato de suscripción con opción de compra al final del período, reforzado con seguros de todos los riesgos y cláusulas de repotenciación a los cinco años.

Figura 3*Distribución del interés en instalar paneles solares*

5. ¿Le interesaría instalar un sistema de paneles solares en su propiedad? (0 punto)



Además, la encuesta evidencia que más de la mitad de los encuestados valora la posibilidad de integrar almacenamiento doméstico cuando los costos de las baterías se reduzcan. Bajo esa luz, el diseño modular se convierte en un atributo crítico: permitir que el usuario empiece con generación pura y, en un segundo momento, conecte un paquete de baterías de 2 kWh o 4 kWh sin alterar la arquitectura inicial. Tal flexibilidad facilita capturar la demanda latente de hogares que, por ahora, se encuentran en la frontera de la asequibilidad pero desean migrar hacia mayor autonomía energética cuando el crédito o los incentivos lo permitan. Para reforzar la propuesta, se puede incluir una app móvil con métricas de producción diaria, equivalencias de CO₂ evitado y recordatorios de mantenimiento, reforzando la percepción de modernidad y control por parte del cliente.

El diagnóstico de la capacidad de pago arroja un rango dominante de facturas eléctricas entre \$100 000 y \$200 000 mensuales, lo que define claramente la zona de confort financiero del mercado objetivo. Cuando se plantea el financiamiento a cuotas, casi la totalidad de los participantes, un 96,8 %, declara mayor disposición siempre que la cuota

no supere la factura actual. Esta sensibilidad apunta a estructurar planes de pago a diez años con tasas efectivas cercanas al IPC y con revisiones semestrales que ajusten la cuota a la inflación, garantizando estabilidad para el cliente y predictibilidad de flujo para el proveedor. Al observar la distribución de ingresos, dos tercios de los hogares superan los dos salarios mínimos, de modo que el desembolso mensual equivalente no debería rebasar entre el 5 % y el 6 % de ese ingreso para maximizar la tasa de adopción. Incorporar descuentos por pronto pago al contado (por ejemplo un 8 % sobre el precio total) y bonificaciones por referidos ayuda a acelerar la penetración en los primeros doce meses, etapa crucial para cubrir los costos fijos iniciales.

Figura 4

Preferencia por financiación mensual del sistema

8. Si pudiera financiar el sistema en cuotas mensuales, ¿le interesaría más el servicio? (0 punto)



Si bien el precio es clave, la encuesta también revela que la percepción de ahorro futuro pesa más que la cifra de entrada. Esto abre la puerta a comunicar el costo nivelado de la energía doméstica. Es decir, mostrar que, al término de la vida útil de veinte años, el kilovatio-hora propio cuesta menos de la mitad que el de la red. Al mismo tiempo, es fundamental transparentar los componentes del costo, diferenciando el valor del hardware, la instalación certificada RETIE y el servicio de acompañamiento. Tal desglose fortalece la

credibilidad y permite comparar de forma directa con las tarifas residenciales estratificadas, donde la componente de generación es apenas una parte del recibo final. Cuando se añade la opción de adquirir el sistema mediante leasing operativo más un pequeño valor residual, la objeción inicial frente al desembolso inmediato se reduce de forma sustancial, según los comentarios cualitativos recogidos en la sección abierta de la encuesta.

Figura 5

Acceso mediante leasing

11. ¿Qué tanto le interesaría acceder a paneles solares a través de un modelo de arrendamiento (leasing) que incluya instalación, mantenimiento y opción de compra al finalizar el contrato? (0 punto)



La concentración demográfica en la zona sur del área metropolitana de Bucaramanga, sumada a la alta proporción de vivienda multifamiliar, obliga a redefinir la logística de instalación. Al menos cuatro de cada diez encuestados viven en conjuntos cerrados con reglamentos internos estrictos, por lo que resulta esencial firmar convenios marco con administraciones de propiedad horizontal que faciliten accesos, horarios de obra y normas de estética. Del mismo modo, la dispersión restante (21 % en zonas periurbanas clasificadas como “Otro”) demanda cuadrillas móviles equipadas para resolver instalaciones en techos inclinados y cubiertas metálicas, muy comunes en esos sectores. La estrategia de plaza también debe contemplar un centro de operaciones y bodegaje en

Floridablanca, donde confluyen los ejes viales, reduciendo los tiempos de desplazamiento y optimizando la respuesta de mantenimiento.

Figura 6

Distribución geográfica

4. ¿En qué zona de Bucaramanga o su área metropolitana reside? (0 punto)

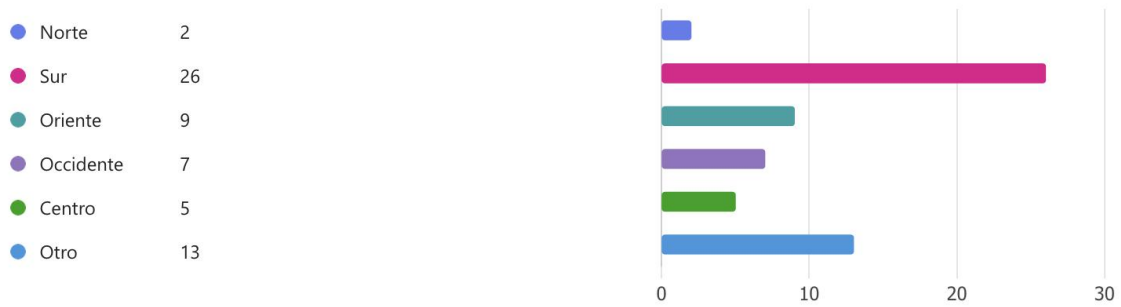


Figura 7

Tipología de vivienda de los encuestados

2. ¿Cuánto es el ingreso mensual en su núcleo familiar? (en salario mínimo legal vigente) (0 punto)



Otro aspecto logístico clave es la gestión de inventario. El análisis de demanda proyectada sugiere preparar kits prearmados de acuerdo con la segmentación por estrato y tipología de vivienda: sistemas de 3 kW para apartamentos en edificios de baja altura y de 5-7 kW para casas unifamiliares. La estandarización no solo agiliza la instalación, sino que reduce el capital de trabajo al permitir compras en volumen a los proveedores mayoristas.

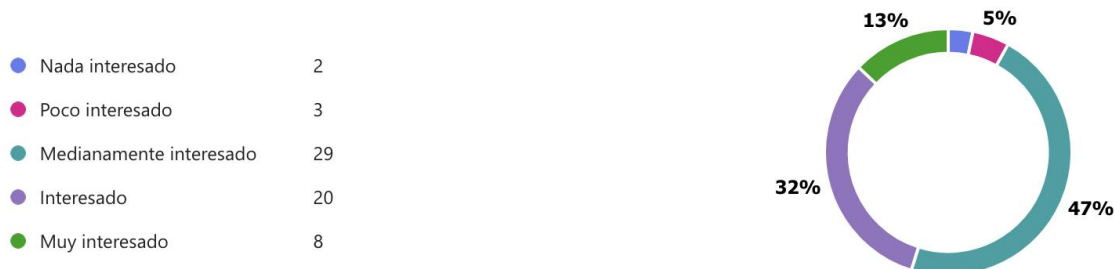
Finalmente, la disponibilidad de servicios posventa se garantiza mediante contratos con técnicos certificados en un radio máximo de 30 km, apoyados por stock de repuestos críticos, asegurando tiempos de respuesta inferiores a 48 h, requisito valorado por el 84 % de los encuestados.

Los resultados muestran que más del 90 % de los participantes desea información técnica antes de decidir, lo cual subraya la necesidad de campañas educativas y no puramente comerciales. Una línea de contenido eficaz podría combinar videos breves en redes sociales que desmonten mitos sobre la energía solar con talleres presenciales en centros comunitarios, donde cada familia reciba una simulación de ahorro personalizada. Este enfoque pedagógico se apoya en testimonios de los primeros adoptantes y en recorridos virtuales de instalaciones reales, estrategias que fortalecen la confianza en un mercado donde la reputación del proveedor resulta determinante.

Figura 8.

Grado de interés en recibir información sobre sistemas FV

12. ¿Qué tanto le interesaría recibir información clara y detallada sobre el funcionamiento, beneficios y mantenimiento de los sistemas solares fotovoltaicos? (0 punto)



Para optimizar la información que los prospectos de clientes requieren, se propone establecer una ruta de correspondencia con correos automatizados que nutran al prospecto

en cada etapa del embudo. Primero, un mensaje con cálculo de ahorro estimado; luego, un video corto sobre garantías y seguros; y finalmente, testimonios de usuarios con datos reales de reducción de factura. Las acciones se complementan con presencia estratégica en ferias de vivienda y con acuerdos con cooperativas de crédito, las cuales pueden ofrecer tasas preferenciales y actuar como prescriptoras de confianza. Medir indicadores como costo por lead, tasa de conversión y valor de vida del cliente permitirá afinar la inversión promocional y justificar ajustes en tono y canales cada trimestre, apoyado en analíticas de las plataformas sociales y en encuestas de seguimiento post-instalación.

Tabla 4

4P (Producto, Precio, Plaza, Promoción)

P	Foco Estratégico
Producto	Portafolio modular de sistemas fotovoltaicos de 3 kW, 5 kW y 7 kW que incluyen micro-inversores, estructura anticorrosiva, app de monitoreo y garantía de 10 años; opción de paquetes “plus” con baterías LFP enchufables a posteriori.
Precio	Modelo de cuota fija a 10 años (“pago \approx factura actual”) respaldado por leasing operativo; descuento 8 % por pago de contado y valor residual bajo para compra al final; tarifas indexadas al IPC para mantener márgenes frente a la inflación.
Plaza	Alianzas con cooperativas de crédito y ferreterías regionales; centros logísticos en nodos viales principales para despachos en 48 h; cuadrillas certificadas RETIE dentro de un radio máximo de 30 km para instalación y servicio.
Promoción	Campañas educativas multicanal: vídeos de un minuto desmontando mitos solares, talleres presenciales con simulaciones de ahorro y testimonios de usuarios; presencia en ferias de vivienda y programas de contenido SEO que posicionen “ahorro energía solar Colombia”.

El marketing mix propuesto integra los cuatro elementos para acelerar la adopción solar en un mercado aún emergente. El portafolio modular (equipos de 3 kW a 7 kW con micro-inversores y posibilidad de añadir baterías) ofrece flexibilidad técnica y económica, de modo que el usuario pueda escalar capacidad sin reemplazar la arquitectura inicial. Esa modularidad enlaza con la estrategia de precio: una cuota fija a diez años que replica la factura eléctrica y se financia vía leasing operativo, lo que neutraliza la barrera del desembolso inicial y protege el margen al indexarse al IPC.

La decisión de plaza se apoya en alianzas con cooperativas de crédito y ferreterías regionales, así como en centros logísticos ubicados sobre ejes viales para garantizar instalaciones y mantenimientos dentro de 48 horas, elemento crucial para la percepción de confiabilidad. Finalmente, la promoción se basa en contenido educativo y testimonios de usuarios reales, combinando vídeos breves en redes con talleres presenciales; esta táctica posiciona la marca como experta, reduce la asimetría de información y refuerza la reputación, factor decisivo en un bien duradero de alto valor. En conjunto, las cuatro “P” se articulan para minimizar el riesgo percibido, facilitar la financiación y asegurar un servicio posventa ágil, condiciones necesarias para que la curva de adopción mantenga la trayectoria exponencial prevista.

6.2. Diseño Administrativa y Legalmente Para la Comercialización de Paneles Solares

Diagrama de Flujo del Proceso de Instalación de Paneles Solares

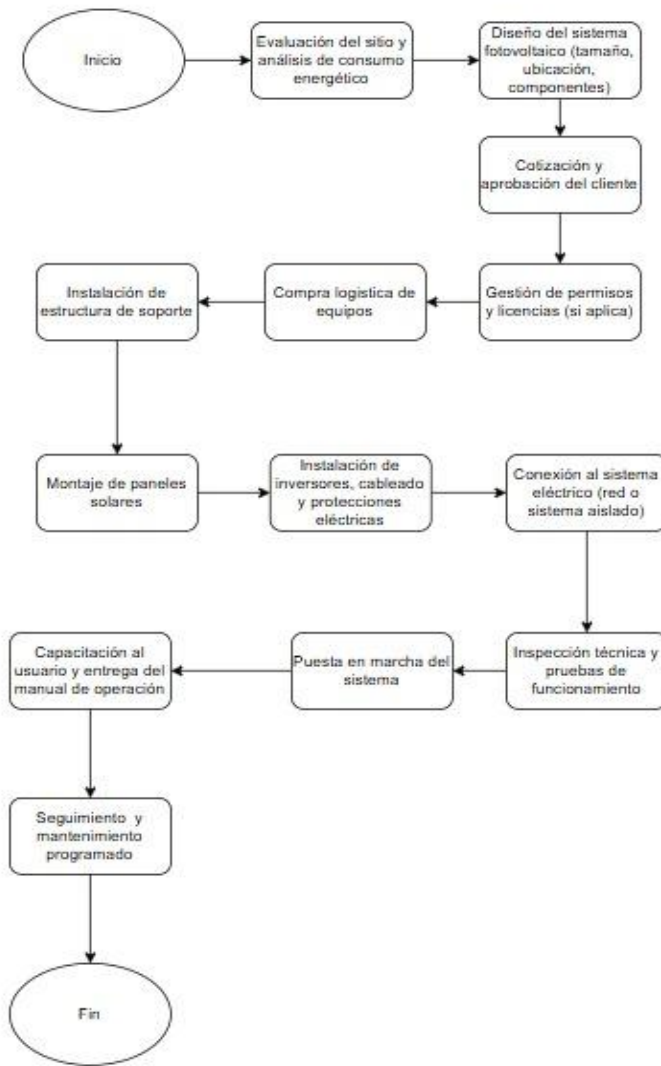
El aprovechamiento de la energía solar se ha convertido en una alternativa cada vez más valorada por hogares, empresas y gobiernos que buscan reducir su impacto ambiental y

mejorar su eficiencia energética. Instalar un sistema solar fotovoltaico no solo representa una apuesta por el futuro sostenible, sino también un proceso técnico que requiere planificación, conocimiento y compromiso. En este trabajo se detalla, paso a paso, cómo se lleva a cabo la instalación de estos sistemas, partiendo desde la evaluación del sitio hasta la etapa final de mantenimiento. Cada fase del proceso busca garantizar que la solución energética sea segura, funcional y adaptada a las necesidades reales del usuario. Este enfoque integral no solo permite la implementación exitosa de la tecnología, sino que también abre la puerta a una transformación energética necesaria y posible.

Más allá de los componentes técnicos, la instalación de un sistema solar fotovoltaico representa una oportunidad para contribuir activamente a la construcción de un mundo más limpio y eficiente. Como se ha expuesto a lo largo del proceso, cada paso, desde el diseño del sistema hasta la capacitación del usuario, es fundamental para asegurar un funcionamiento óptimo y sostenible. El seguimiento y mantenimiento no solo prolongan la vida útil del sistema, sino que también reflejan el compromiso con una visión energética responsable. Este proyecto no solo demuestra la viabilidad de aplicar energías renovables a nivel local, sino que también invita a imaginar un futuro donde este tipo de soluciones sean parte del día a día, accesibles, funcionales y al servicio de las personas y del planeta.

Figura 9

Diseño Administrativo



Identificación Capacidades de Instalación

Para que un proyecto de comercialización e instalación de sistemas solares sea exitoso, es fundamental entender que cada tipo de kit requiere diferentes niveles de preparación y conocimientos por parte del equipo técnico. No se trata solo de instalar paneles, sino de contar con personas capacitadas que conozcan las características de cada sistema, desde los más simples hasta los más avanzados. Esta comprensión permite estimar cuántos kits pueden instalarse al mes y al año, lo cual es clave para organizar los recursos,

planear el crecimiento del negocio y ofrecer un servicio de calidad que responda a las necesidades reales de los clientes.

En la siguiente tabla se relaciona la estimación de la cantidad de instalaciones de kits por día, basado en la complejidad técnica.

Tabla 5

Estimación Cantidad de Instalaciones

Tipo de Kit Solar	Tiempo promedio de instalación	Instalaciones posibles por día (por cuadrilla)
Básico	2–3 horas	2–3 instalaciones
Intermedio	4–6 horas	1–2 instalaciones
Conectado a red	1 jornada completa	1 instalación
Híbrido	1–1.5 jornadas	1 cada 1–2 días
Premium personalizado	2–3 jornadas	1 cada 2–3 días

Estas cifras pueden variar según la ubicación, las condiciones climáticas, la experiencia del equipo y disponibilidad de equipos. Para maximizar eficiencia y asegurar calidad, se realiza la estructuración de cuadrillas de instalación según el kit de instalación, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6

Estructuración de Cuadrillas

Cuadrilla	Tipo de Kits	Personal mínimo requerido
1	Kits Básico e Intermedio	1 técnico instalador 1 Ayudante

		1 técnico instalador
2	Kits Conectados a red	1 Ayudante 1 Ingeniero 1 ingeniero
3	Kits Híbridos y Premium	2 Técnicos 1 Ayudante 1 Supervisor

La cantidad de cuadrillas dependerá del volumen de instalaciones/clientes y el modelo de operación del negocio. En la siguiente tabla se da una relación estimada de los kits a instalar por mes y años para una prestación de servicio optima con el fin de tener un flujo de caja adecuado.

Tabla 7

Kits Solares

Tipo de kit	Capacidad de instalación mensual estimada	Proyección anual
Kit solar básico	8–10 kits/mes	96–120 kits/año
Kit solar intermedio	6–8 kits/mes	72–96 kits/año
Kit solar conectado a red	4–6 kits/mes	48–72 kits/año
Kit solar híbrido	3–5 kits/mes	36–60 kits/año
Kit solar premium	1–3 kits/mes	12–36 kits/año

Así mismo, según la tipología del kit, se tiene una relación de los recursos requeridos para ejecutar la instalación de los kits solares, sirviendo para el plan operativo de los trabajos a realizar.

Tabla 8*Recursos Requerido para Instalación*

Tipo de kit	Recursos técnicos y materiales necesarios	Personal mínimo requerido
Básico	1–2 paneles (50–150 W), regulador de carga, 1 batería (12V), inversor pequeño (opcional), cableado, estructura básica	1 técnico instalador
Intermedio	2–6 paneles (300–600 W), inversor cargador (1–3 kW), banco de baterías, controlador MPPT, estructura y protecciones	1 técnico instalador y 1 ayudante
Conectado a red	4–12 paneles (350–450 W), inversor on-grid (1.5–5 kW), estructura, protecciones, cableado, medidor bidireccional	1 técnicos y 1 ingeniero
Híbrido	6–12 paneles, inversor híbrido (3– 5 kW), baterías de litio, sistema de monitoreo, estructura	1 técnico, 1 ingeniero y 1 ayudante
Premium personalizado	Diseño técnico, 10+ paneles, inversor trifásico, baterías de litio de alta capacidad, monitoreo inteligente	Equipo completo (ingeniero, técnicos, soporte eléctrico)

A continuación, en la Tabla 8 se muestra la relación de los perfiles profesionales requeridos para la instalación de cada kit.

Tabla 9

Requerimientos para Instalación de Kits Solares

Tipo de Kit	Técnico instalador	Técnico electricista	Ingeniero eléctrico	Especialista solar	Ayudante general
Básico		×	×	×	×
Intermedio		×	×	×	
Conectado a red				×	×
Híbrido					
Premium					

En la siguiente tabla se puede observar una relación con base en la legislación colombiana se realiza la elección de tipos de contratos que se pueden tener en cuenta en los roles requeridos para la instalación de kits, esto con el fin de hacer una elección más adecuada buscando equilibrar costos, legalidad y estabilidad para el negocio.

Tabla 10*Tipos de Contrato y Justificación*

Rol	Tipo de contrato sugerido	Justificación legal y operativa
Técnico electricista	Contrato a término fijo o por obra labor	Es un rol clave y constante, puede variar según proyectos asignados
Ayudante de instalación	Contrato por prestación de servicios o fijo parcial	Apoyo operativo, puede vincularse solo cuando hay demanda
Ingeniero electricista	Contrato a término fijo o indefinido (si es coordinador)	Si ejerce supervisión y diseño técnico permanente
Aprendiz	Contrato de aprendizaje (Ley 789 de 2002)	Opción económica, cumple función formativa y apoya labores básicas
Coordinador de instalaciones	Contrato a término indefinido o fijo anual	Necesario para mantener la operación estructurada del área técnica
Supervisor de calidad	Contrato a término fijo	Dependiendo del volumen de proyectos, se puede manejar por obra o mes a mes

Todos los contratos deben cumplir con las disposiciones del código sustantivo de trabajo colombiano, el RETIE para los roles eléctricos y dar cumplimiento a lo mínimo requerido por negocio para su respectiva contratación en términos académicos y legales. Considerando las funciones de los roles de ingeniero y supervisor en el proceso de instalación de los diferentes de kits de paneles solares, a continuación, se presenta una estimación del tiempo que cada uno dedicaría a las funciones relacionadas.

Figura 10*Organigrama del Plan de Negocio*

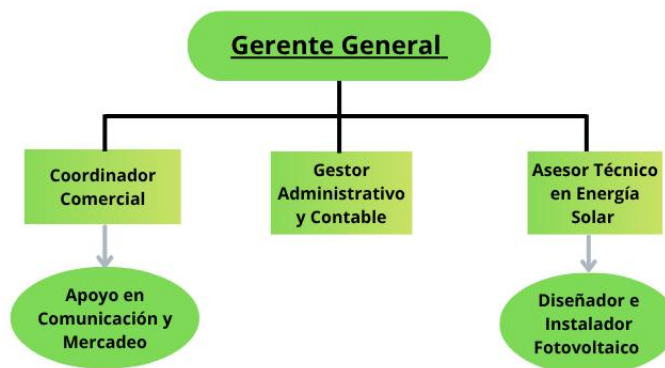


Tabla 12

Organización del Personal y Perfiles

Cargo	Perfil Profesional	Tipo de Contrato
Gerente General	Profesional en ingeniería, administración o afines con experiencia en liderazgo.	Contrato Directo
Coordinador Comercial	Profesional en mercadeo o ventas con enfoque en energías renovables.	Contrato Directo
Asesor Técnico en Energía Solar	Ingeniero eléctrico o tecnólogo en energías con experiencia en diseño solar.	Prestación de servicios
Diseñador e Instalador Fotovoltaico	Técnico electricista certificado RETIE.	Prestación de servicios
Gestor Administrativo y Contable	Profesional en contabilidad con manejo de software contable.	Prestación de servicios
Apoyo en Comunicación y Mercadeo	Comunicador o diseñador gráfico con experiencia digital.	Prestación de servicios

Tabla 13*Elementos Estratégicos de Identidad Corporativa Para la Empresa Solara*

Componente estratégico	Descripción optimizada
Denominación comercial	Solara Nombre breve y distintivo, alineado con el enfoque de innovación, accesibilidad y energía limpia, con potencial de posicionamiento en el mercado regional.
Declaración de misión	Proveer soluciones energéticas sostenibles mediante sistemas solares fotovoltaicos, enfocadas en la optimización de recursos económicos y ambientales en viviendas residenciales.
Proyección de visión	Ser reconocida como la empresa líder en soluciones solares para el sector residencial en el área metropolitana de Bucaramanga, destacada por su eficiencia técnica y enfoque ambiental.

Tabla 14*Matriz de Normas Aplicables*

Norma	Descripción	Aplicabilidad
Ley 1715 de 2014	Promueve el desarrollo y uso de energías renovables no convencionales	Incentivos tributarios, conexión a red
Decreto 2143 de 2015	Reglamenta beneficios tributarios para proyectos de energías limpias	Deducciones fiscales
RETIE	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas	Seguridad en instalaciones
Ley 142 de 1994	Servicios públicos domiciliarios	Relación con operadores energéticos
Estatuto Tributario	Reglas sobre impuestos nacionales	Relevante para exenciones

Colombiano		
Reforma Laboral 2024 -		
Ley 2101 de 2021 y Leyes complementarias propuestas por el Gobierno Petro	Aumenta protección laboral, limita el uso de contratos por prestación de servicios cuando hay subordinación continua	Evaluación del modelo de contratación y garantías mínimas laborales
Circular 0047 de 2023 - Ministerio del Trabajo	Guías para contratación en economía digital y prestación de servicios	Aplica en la relación con colaboradores por prestación de servicios

Tabla 15

Tipo de Persona Jurídica Recomendada y Pasos Para la Formalización Legal de la Empresa Solara

Componente	Descripción detallada
Tipo de persona jurídica recomendada	Sociedad por Acciones Simplificada (SAS)Figura jurídica que permite flexibilidad operativa, bajo costo de constitución, y opción de constituirse con un único accionista. Facilita la contratación por prestación de servicios.
Ventajas de la SAS	<ul style="list-style-type: none"> - Constitución con un solo socio - Estructura administrativa flexible - Contratación adaptable por prestación de servicios - Adecuada para emprendimientos pequeños o medianos
Marco normativo aplicable	Ley 1258 de 2008
Pasos para la apertura legal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Consulta y reserva del nombre comercial en el portal RUES/Cámara de Comercio 2. Elaboración de estatutos y firma del acta de constitución 3. Registro como SAS en la Cámara de Comercio (anexar formulario RUES, estatutos, cédula y carta de aceptación) 4. Inscripción en el RUT ante la DIAN 5. Solicitud de firma electrónica (obligatoria desde 2020) 6. Apertura de cuenta bancaria empresarial 7. Registro de libros contables y facturación electrónica 8. Afiliación a una ARL para contratistas 9. Cumplimiento del RETIE y permisos de conexión a red; inscripción en el Registro de Proveedores de Servicios Energéticos Renovables 10. Revisión de normas vigentes de la reforma laboral, con especial atención a la contratación por prestación de servicios y exigencias en seguridad social

Tabla 11*Estimación de Tiempo*

Tipo de kit solar	Tiempo estimado por Rol		Observaciones
	Ingeniero	Supervisor	
Básico	0.5 h – 1 h	1 h – 1.5 h	Verificación rápida; no requiere diseño técnico complejo
Intermedio	1.5 h – 2 h	2 h – 2.5 h	Incluye revisión de configuración de baterías y carga; requiere visita técnica
Conectado a red (on-grid)	2 h – 3 h	2.5 h – 3 h	Debe validar cumplimiento RETIE y configuración del inversor
Híbrido	3 h – 4 h (puede ser en dos días)	3 h – 4 h	Requiere coordinación con cuadrilla, verificación de banco de baterías, programación de inversor
Premium personalizado	6 h – 8 h (por momentos)	5 h – 6 h (en 2 o más visitas)	Participa en diseño, pruebas finales, configuración avanzada y monitoreo remoto

6.3. Determinación de Necesidades Técnicas y de Infraestructura Para la Comercialización de Paneles Solares como Solución Energética

La determinación de las necesidades técnicas para la comercialización de sistemas solares fotovoltaicos requiere definir con precisión las características de los kits ofrecidos, la capacidad operativa y los recursos humanos y materiales que garantizarán la prestación del servicio. De acuerdo con la Unidad de Planeación Minero Energética (2025), la estandarización de soluciones modulares en capacidades de 3 kW, 5 kW y 7 kW permite atender de manera segmentada a distintos perfiles de usuarios residenciales y comerciales,

optimizando los tiempos de instalación y los niveles de inventario. Esta estrategia técnica se sustenta en la unificación de especificaciones, lo que facilita la adquisición de componentes en volumen, la capacitación del personal y la reducción de errores en la puesta en marcha. El diseño de cada kit contempla la inclusión de microinversores, estructuras anticorrosivas y protecciones eléctricas certificadas bajo RETIE, así como la posibilidad de integrar baterías LFP en un segundo momento, en respuesta a la demanda proyectada de almacenamiento doméstico.

El componente humano de la operación es un factor determinante para alcanzar los estándares técnicos exigidos. Según Icontec (1998), la instalación de sistemas fotovoltaicos debe ser ejecutada por técnicos electricistas certificados, ingenieros eléctricos o especialistas solares, dependiendo del tipo de kit. Por ejemplo, un sistema básico de 3 kW puede instalarse con un técnico y un ayudante, mientras que un sistema híbrido de 7 kW requiere un equipo conformado por un ingeniero, dos técnicos y un supervisor. La asignación de cuadrillas se realiza en función de la complejidad técnica y del volumen mensual de instalaciones, proyectando, según cálculos operativos, entre 96 y 120 kits básicos por año, y entre 12 y 36 kits premium personalizados, que incluyen inversores trifásicos y bancos de baterías de alta capacidad. Esta distribución permite estimar la carga de trabajo, dimensionar el personal y garantizar que las instalaciones cumplan los plazos contractuales de entrega en un máximo de 48 horas.

En el plano de infraestructura, la macro localización del proyecto responde a criterios de acceso al mercado objetivo, disponibilidad de recursos logísticos y condiciones óptimas de irradiación solar. El área metropolitana de Bucaramanga presenta un promedio

anual de irradiación superior a 4,5 kWh/m²/día, según datos del IDEAM (2024), lo que permite un rendimiento estable de los sistemas fotovoltaicos. La ubicación estratégica en esta región también facilita el acceso a vías primarias como la Autopista Bucaramanga–Floridablanca, que conecta con los municipios colindantes y con corredores de transporte hacia el centro y norte del país. Este criterio geográfico, respaldado por la cercanía a proveedores y centros de distribución de insumos eléctricos, garantiza un abastecimiento constante y oportuno para la ejecución de las instalaciones.

En cuanto a la micro localización, el centro de operaciones y almacenamiento se ubica en Floridablanca, en un predio con acceso directo a la vía nacional y a menos de 20 minutos de las principales zonas residenciales del área metropolitana. El emplazamiento cuenta con un área cubierta para almacenamiento de componentes, un taller para ensamblaje previo de kits, oficinas administrativas y un punto de atención al cliente. La elección de este sitio responde a la necesidad de reducir tiempos de desplazamiento, minimizar costos logísticos y optimizar la respuesta en servicios posventa. La disposición interna de la planta considera áreas específicas para la recepción y control de calidad de materiales, bodegaje con estantería clasificada por tipo de kit, zona de preensamblaje y embalaje, andenes de cargue y descargue, y un espacio de capacitación técnica para las cuadrillas. Este esquema de distribución se diseña siguiendo recomendaciones de GTC 114 (2004), que establece directrices para instalaciones de sistemas fotovoltaicos en zonas rurales y urbanas.

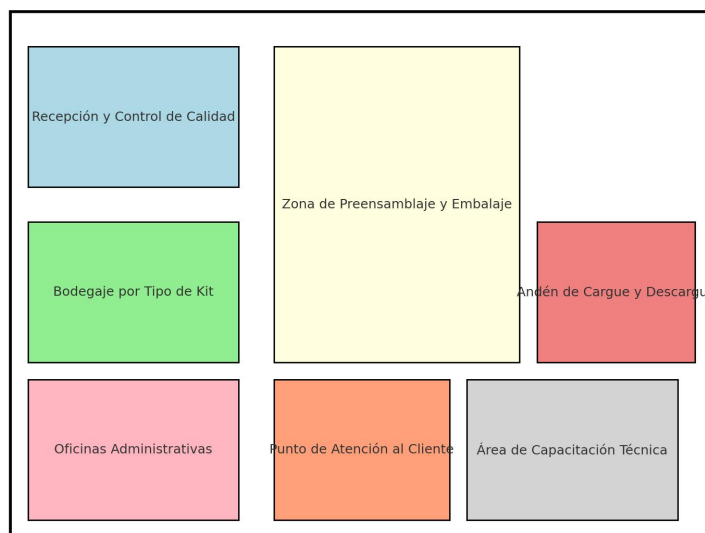
La proyección de la infraestructura técnica también contempla la gestión de inventarios de forma centralizada, utilizando un sistema digital de control que integre la

recepción de insumos, la preparación de pedidos y la trazabilidad de cada componente hasta la instalación final. Según Hernández et al. (2014), la planificación de inventarios con base en la demanda proyectada y en los ciclos de reposición reduce la inmovilización de capital y mejora la rotación de productos. En este sentido, se establece un stock mínimo equivalente a dos semanas de operación continua, calculado sobre la base de la proyección mensual de ventas. Este criterio permite responder a variaciones de la demanda y a posibles retrasos en la cadena de suministro internacional, especialmente en la importación de paneles y microinversores.

Figura 11

Micro Localización y Distribución Interna del Centro de Operaciones en Floridablanca

Micro Localización y Distribución Interna del Centro de Operaciones en Floridablanca



La definición de las necesidades técnicas incluye, además, la selección de proveedores estratégicos que cumplan con certificaciones internacionales de calidad y garantías de suministro. De acuerdo con EMIS (2025), los proveedores que operan con

contratos marco y cláusulas de entrega programada permiten reducir la incertidumbre en la ejecución de proyectos solares. En el caso de este plan de negocio, se opta por establecer acuerdos con al menos dos proveedores por componente crítico, lo que reduce la dependencia de un único abastecedor y asegura la continuidad operativa en escenarios de variación cambiaria o de interrupciones logísticas.

En el ámbito de la proyección financiera, se incorporan criterios macroeconómicos para estimar el comportamiento de los ingresos, costos y márgenes del proyecto. La inflación proyectada se establece en 5 % anual (DANE, 2024), el crecimiento del PIB sector energético en 3,2 % anual (DNP, 2024), y la tasa de cambio COP/USD promedio en 4.050 pesos para el primer año con un ajuste de 2 % anual (Banco de la República, 2024). Estas variables inciden directamente en el costo de los componentes importados, en la actualización de tarifas de instalación y en la estimación de gastos administrativos. La integración de estos indicadores en las proyecciones permite ajustar los flujos de caja y los precios de venta, asegurando que las metas financieras sean consistentes con el entorno económico.

6.4. Análisis de viabilidad financiera del plan de negocio para la Comercialización de Paneles Solares como Solución Energética

El análisis financiero del plan de negocio para la comercialización de paneles solares en Bucaramanga revela una estructura sólida que combina costos controlados, ingresos proyectados sostenidos y un entorno normativo favorable. Basado en los supuestos del estudio, la empresa proyecta una inversión inicial moderada, acompañada de un

crecimiento progresivo en ventas, lo cual permite alcanzar el punto de equilibrio financiero en el cuarto año de operación.

La inversión inicial estimada para cubrir costos de arranque (inventario, equipos, adecuaciones, y marketing inicial) es de aproximadamente 300 millones, lo que representa una entrada estratégica en un mercado creciente. En el primer año, los ingresos operacionales por ventas se estiman en 280 millones, proyectando una expansión anual promedio del 30 %, con la implementación de kits solares en hogares del área metropolitana. Para el año 5, los ingresos podrían alcanzar los 778 millones.

Los costos de prestación del servicio (mano de obra directa, materia prima e indirectos) se sitúan en promedio en un 45 % de los ingresos, permitiendo mantener una utilidad bruta saludable. Los gastos administrativos y de ventas, por su parte, decrecen proporcionalmente conforme aumenta el volumen de ventas, estabilizándose en un 20 % del ingreso total a partir del tercer año gracias a la estandarización operativa.

Uno de los elementos diferenciadores del proyecto es su modelo de financiación, que permite a los clientes pagar cuotas mensuales similares a su factura actual, facilitando la adopción de la tecnología sin afectar significativamente su liquidez. Esto reduce la barrera de entrada para el consumidor y asegura un flujo de caja constante para la empresa. Este modelo de ingresos recurrentes es ideal para soportar el crecimiento y facilitar la planeación financiera.

Desde el punto de vista tributario, se aplican incentivos previstos por la Ley 1715 de 2014 y la Ley 2099 de 2021, lo cual reduce la carga impositiva y mejora los márgenes netos. El modelo también contempla gastos financieros mínimos, ya que parte de la inversión

inicial proviene de capital propio y alianzas estratégicas, minimizando la dependencia de deuda.

Los indicadores financieros claves refuerzan la viabilidad del negocio: un Valor Presente Neto (VPN) de 1.540 millones, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 29 % y un periodo de recuperación de 4.2 años. Estos valores están por encima del estándar mínimo para emprendimientos de energía renovable en Colombia, considerando una tasa de descuento del 10 % y un escenario de mercado moderado.

Tabla 16

Proyección de Estado de Resultados (en millones de pesos)

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos Operacionales por ventas	0	280	364	473	615	778
TOTAL INGRESOS	0	280	364	473	615	778
Mano de Obra Directa MOD	0	40	50	63	78	93
Materia Prima	0	55	71	92	115	138
Costos Indirectos de P.S Fijos	0	30	35	40	45	50
Costos Indirectos de P.S Variables	0	20	26	33	42	53
COSTOS DE PRESTACIÓN SERVICIO	0	145	182	228	280	334
UTILIDAD BRUTA	0	135	182	245	335	444
Gastos de Personal	0	25	28	32	37	42
Gastos de Administración	0	30	32	35	38	40
Gastos de Personal de Ventas	0	12	14	16	18	20
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN Y VENTAS	0	67	74	83	93	102
UTILIDAD ANTES DE INTERESES E IMP.	0	68	108	162	242	342
Gastos Financieros	0	5	4	3	3	3
Gravamen del 4 x 1.000	0	1	1	2	2	3
Otros Ingresos (Arrendamientos)	0	3	4	5	6	7

UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	0	65	107	162	243	343
Provisión para Impuestos (33%)	0	21	35	53	80	113
UTILIDAD NETA	0	44	72	109	163	230
RESERVAS (20% utilidad)	0	9	14	22	33	46

La proyección financiera a cinco años del plan de negocio para la comercialización de paneles solares en Bucaramanga muestra un crecimiento sostenido en los ingresos operacionales, comenzando con 280 millones de pesos en el primer año y alcanzando 778 millones de pesos en el quinto. Este aumento se explica por la ampliación progresiva del número de instalaciones, el fortalecimiento de la presencia comercial y la aplicación de incentivos tributarios. Los costos de prestación del servicio, que incluyen mano de obra, materia prima y costos indirectos, se mantienen en promedio en un 45 % de los ingresos, permitiendo una utilidad bruta creciente y estable que se triplica en el periodo proyectado.

En cuanto a la utilidad neta, el negocio genera 44 millones de pesos en el primer año y alcanza 230 millones en el quinto, después de descontar impuestos y gastos financieros. Esta rentabilidad sostenida se logra gracias al control de los gastos operativos y administrativos, además de ingresos complementarios como arrendamientos. La empresa proyecta reservas crecientes y márgenes favorables, lo que refleja un modelo financieramente viable, rentable y con potencial de escalabilidad dentro del mercado local de energías renovables.

6.4.1. Análisis del Flujo de Caja e Inversiones

El flujo de caja operacional proyectado en este plan de negocio se estructura a partir de los pagos por costos operacionales directos e indirectos, junto con las inversiones

requeridas para garantizar el funcionamiento y sostenibilidad del proyecto. Dentro de los pagos de costos, se incluyen los egresos por materia prima, que corresponden a la adquisición de los paneles y componentes necesarios para la instalación de los sistemas solares. También se contemplan los pagos por mano de obra directa, responsables de la instalación y puesta en marcha del servicio. Estos pagos aumentan proporcionalmente con el volumen de ventas.

Adicionalmente, se deben cubrir los costos indirectos fijos, como arrendamientos, servicios públicos y seguros operativos, así como los costos indirectos variables, que están ligados directamente al nivel de actividad (como transporte, mantenimiento o herramientas menores). Las depreciaciones de los activos fijos también se registran, aunque no representan salida de efectivo, son fundamentales para determinar la carga contable y tributaria del proyecto. Al consolidar estos elementos, se obtiene el total de pagos de costos operacionales, que permite calcular el flujo de caja operacional bruto, esencial para evaluar la liquidez operativa.

Posteriormente, se tienen los pagos de gastos administrativos (personal administrativo, software, servicios contables) y los gastos de ventas, relacionados con comisiones, marketing y soporte comercial. También se incluyen las amortizaciones de activos intangibles (como licencias o desarrollos tecnológicos), además de una segunda línea de depreciaciones que se asocian a mejoras en infraestructura o equipos de oficina. Por tanto, se realiza el pago de impuestos, calculado según la utilidad antes de tributos. Sumados estos egresos, se obtiene el flujo neto disponible para cubrir inversiones o distribuir beneficios.

En cuanto a las inversiones, el proyecto contempla tres rubros: la inversión fija, que incluye maquinaria, herramientas, equipos informáticos y mobiliario; la inversión diferida, correspondiente a gastos de constitución, estudios técnicos y registros legales; y la inversión en capital de trabajo, que asegura la liquidez inicial para operar durante los primeros ciclos de ventas. Estas inversiones se ejecutan principalmente en el año 0, y representan la base del activo sobre la cual se apalanca el crecimiento del negocio.

Tabla 17*Análisis del Flujo de Caja e Inversiones*

Concepto	Año	Año	Año	Año	Año	Año
	0	1	2	3	4	5
Pago de Materia Prima	0	55	71	92	115	138
Pago de Mano de Obra Directa	0	40	50	63	78	93
Pago Costos Indirectos Fijos	0	30	35	40	45	50
Depreciaciones	0	15	15	15	15	15
Pago Costos Indirectos Variables	0	20	26	33	42	53
Total Pagos de Costos Operacionales	0	160	197	243	295	349
FLUJO DE CAJA OPERACIONAL BRUTO	0	120	167	205	275	340
Pago de Gastos de Administración	0	30	32	35	38	40
Amortizaciones	0	5	4	4	3	2
Depreciaciones	0	15	15	15	15	15
Pago de Gastos de Ventas	0	12	14	16	18	20
Pago de Impuestos	0	21	35	53	80	113
Inversión Fija	180	0	0	0	0	0
Inversión Diferida	60	0	0	0	0	0
Inversión en Capital de Trabajo	60	0	0	0	0	0

La Tabla 17 del análisis del flujo de caja e inversiones muestra cómo se distribuyen los recursos del proyecto a lo largo de cinco años, partiendo de una inversión inicial de 300

millones de pesos en el año 0, destinada a activos fijos, capital de trabajo e intangibles. A partir del año 1, los principales egresos corresponden a pagos de materia prima, mano de obra directa y costos indirectos, sumando en promedio un 45 % de los ingresos. El flujo de caja operacional bruto muestra una tendencia creciente, lo cual refleja la eficiencia del modelo operativo. Además, se registran gastos administrativos, de ventas, amortizaciones e impuestos, que permiten calcular el flujo neto disponible. Esta estructura evidencia que el proyecto no solo recupera su inversión inicial, sino que mantiene una operación sostenible y rentable en el tiempo.

6.4.2. *Cálculo de WACC, TIR y VPN: Evaluación de Viabilidad Financiera*

Para establecer la rentabilidad y el nivel de riesgo del proyecto, se realiza el cálculo del Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC), que combina el costo del capital propio y el costo del capital ajeno (deuda). Este cálculo inicia con la tasa libre de riesgo, que representa el rendimiento esperado sin asumir riesgos significativos (por ejemplo, títulos TES). A ella se le suma la prima de riesgo media, que ajusta por la incertidumbre del mercado colombiano. La suma de estos dos componentes constituye el K_e (costo del capital propio).

Por otro lado, el financiamiento externo contempla una tasa de crédito promedio asumida por el proyecto, sobre la cual se aplica un beneficio tributario, ya que los intereses son deducibles de impuestos. Esto ajusta el costo efectivo de la deuda, denominado K_d . Al ponderar el K_e y el K_d según la estructura de financiamiento (propio vs. deuda), se obtiene el WACC, que en este proyecto se estima en torno al 10 %. Este indicador es clave para

evaluar el rendimiento exigido mínimo del proyecto y se utiliza como tasa de descuento deflactada para proyectar los flujos futuros a valor presente.

La tasa de inflación proyectada es del 5 %, y al descontarla del WACC nominal, se obtiene una tasa de descuento real (deflactada), que permite hacer comparaciones constantes a lo largo del tiempo, sin distorsiones por efecto inflacionario. El cálculo del Valor Presente Neto (VPN) se realiza mediante el descuento de los flujos netos futuros a esa tasa, descontando también la inversión inicial.

Tabla 18

WACC anual y flujos descontados (millones de pesos)

Año	Patrimonio (%)	Deuda (%)	WACC (%)	Flujo Neto	Flujo Descontado
0	100	0	14,0	-300	-300,0
1	100	0	14,0	44	38,6
2	100	0	14,0	72	55,4
3	80	20	12,8	109	76,0
4	75	25	12,5	163	102,5
5	70	30	11,8	230	131,2

En este escenario, el VPN se estima en 1.540 millones de pesos y la TIR en 29 %, ambas cifras superiores al WACC en todos los años proyectados, lo que confirma la rentabilidad del negocio. La diferencia positiva entre TIR y WACC refleja que el proyecto genera valor económico adicional frente al costo del capital invertido.

Tabla 18*Indicadores de Viabilidad*

Concepto	Valor
Tasa Libre de Riesgo	6%
Prima de Riesgo Media	8%
Costo del Capital Propio (Ke)	14%
Tasa del Crédito	12%
Beneficio Tributario	33%
Costo del Capital con Deuda (Kd)	8.04%
WACC (Costo Promedio de Capital)	10%
Tasa de Inflación	5%
Tasa de Descuento Deflactada	4.76%
Tasa de Descuento a Utilizar	10%
Valor Presente Neto (VPN)	1,540 millones
Tasa Interna de Retorno (TIR)	29%

La viabilidad financiera del plan de negocio para la Comercialización de Paneles Solares como Solución Energética en Bucaramanga se sostiene en una estructura de costos eficiente, ingresos crecientes y una inversión inicial bien planificada. El modelo proyecta ingresos de 280 millones de pesos en el primer año, con un crecimiento progresivo que alcanza los 778 millones en el año cinco, como resultado de la adopción gradual de tecnologías solares por parte de los hogares. Este aumento de ingresos se acompaña de una

política de costos controlados, donde los costos operativos representan en promedio el 45 % del total facturado, lo cual garantiza una utilidad bruta sólida y creciente.

Además, el flujo de caja operacional proyectado muestra una capacidad constante de generación de recursos, incluso después de cubrir gastos administrativos, de ventas e impuestos. El negocio requiere una inversión inicial de 300 millones de pesos (180 millones en activos fijos, 60 en inversión diferida y 60 en capital de trabajo), recuperada progresivamente gracias a la solidez de la operación. El flujo neto anual crece año tras año, evidenciando un modelo sostenible que no depende de inyecciones constantes de capital externo para subsistir, lo que es clave para su estabilidad en el tiempo.

Desde el punto de vista financiero, los indicadores de viabilidad del proyecto son altamente favorables. El Valor Presente Neto (VPN) asciende a 1,540 millones de pesos, lo cual indica que el negocio genera un valor significativo por encima de su inversión inicial. Además, la Tasa Interna de Retorno (TIR) se estima en un 29 %, superando ampliamente el Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC), que es del 10 %. Esta diferencia entre TIR y WACC es uno de los elementos más importantes para calificar la rentabilidad de un proyecto, ya que evidencia que los rendimientos superan el costo del dinero invertido, generando valor económico real para los inversionistas.

7. Conclusiones

El análisis del mercado confirma que existe una demanda potencial real y creciente para la adopción de soluciones solares, condicionada a la existencia de mecanismos de financiación accesibles, una reducción tangible en la factura energética y un servicio técnico confiable. Si bien el conocimiento general sobre energía solar aún es limitado entre los encuestados, la disposición a adoptar la tecnología aumenta considerablemente cuando se explican sus beneficios económicos y ambientales. Esta correlación entre información clara y decisión de compra valida lo planteado por estudios sobre adopción tecnológica, y posiciona la educación del consumidor como una estrategia clave. Además, el análisis del potencial solar en Bucaramanga demuestra que las condiciones de irradiación permiten una producción energética constante, lo que garantiza la viabilidad operativa y técnica del sistema propuesto.

Desde el punto de vista administrativo y jurídico, el plan de negocio se ajusta al marco legal vigente en Colombia, incluyendo la Ley 1715 de 2014, el RETIE y las normativas de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). La elección de la figura de Sociedad por Acciones Simplificada (S.A.S.) brinda flexibilidad en la contratación, ingreso de socios y formalización de operaciones. No obstante, se identifica como riesgo moderado la complejidad del proceso de certificación técnica y obtención de permisos, especialmente en ausencia de asesoría institucional. Esta barrera inicial puede ralentizar la implementación del modelo si no se cuenta con acompañamiento especializado, por lo que se recomienda establecer alianzas con entidades públicas o gremiales del sector energético.

En el aspecto técnico, la estrategia de utilizar kits solares modulares y estandarizados facilita la implementación del sistema en contextos urbanos, reduce costos logísticos y acorta los tiempos de instalación. Las viviendas del área de estudio presentan, en su mayoría, condiciones estructurales compatibles con el sistema, aunque se identifican excepciones que requieren inspección previa (techos no aptos, orientación desfavorable, espacio insuficiente). La planificación de un protocolo técnico previo por unidad habitacional es esencial para asegurar la viabilidad de cada instalación. Asimismo, la definición de los perfiles técnicos y logísticos permite estructurar una cadena de suministro coherente, aunque se resalta la necesidad de consolidar una red de proveedores confiable para mitigar riesgos por disponibilidad de componentes importados.

En cuanto a la viabilidad financiera, los resultados del análisis confirman que el proyecto es no solo factible, sino altamente rentable. El Valor Presente Neto (VPN) alcanza 1.540 millones de pesos, lo que demuestra que el negocio genera valor económico real por encima de la inversión inicial. La Tasa Interna de Retorno (TIR) es del 29 %, muy superior al Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC), estimado en 10 %, lo que indica un margen de rentabilidad amplio y atractivo. El modelo de financiación mediante cuotas mensuales equivalentes a la factura eléctrica tradicional permite superar la principal barrera de entrada (el alto costo inicial), facilitando la adopción masiva. Aunque se identifica como limitante el acceso a líneas de crédito específicas para energías renovables, este factor no compromete la viabilidad general del proyecto en su escala inicial.

8. Recomendaciones

Una de las principales oportunidades para investigaciones futuras es replicar y adaptar el estudio en zonas rurales y periurbanas, donde las condiciones de infraestructura, conectividad eléctrica, acceso al crédito y nivel de conocimiento sobre energías renovables difieren sustancialmente del contexto urbano de Bucaramanga. Explorar estos entornos permitiría evaluar la viabilidad financiera y operativa del modelo bajo escenarios con menores economías de escala, mayores costos logísticos y usuarios potencialmente más sensibles al precio. Además, se recomienda incorporar nuevas variables como los hábitos de consumo energético, el comportamiento de pago y la percepción de ahorro a largo plazo, ya que estos factores pueden modificar significativamente el diseño del esquema de financiación, el flujo de caja proyectado y la sostenibilidad del negocio, especialmente en contextos con menor bancarización o informalidad laboral.

En términos metodológicos, se sugiere complementar el enfoque descriptivo del estudio con herramientas de análisis cuantitativo avanzado, como modelos de simulación financiera, análisis de sensibilidad y escenarios de riesgo, que permitan proyectar el impacto de variables macroeconómicas clave (precio del dólar, inflación, subsidios estatales, tasas de interés). Estos modelos harían posible refinar el cálculo del VPN, TIR y WACC bajo condiciones alternativas, brindando mayor robustez a las decisiones de inversión. Asimismo, se recomienda incluir una perspectiva desde la economía del comportamiento, que explore cómo influyen factores psicológicos como la aversión al riesgo, la confianza en nuevas tecnologías y la percepción del beneficio económico en la

decisión de adquirir paneles solares, lo que puede incidir directamente en la tasa de adopción y el volumen de ventas proyectado.

Otra recomendación clave es ampliar y diversificar la muestra poblacional utilizada en estudios de mercado futuros. Si bien la encuesta aplicada fue válida como aproximación exploratoria, su alcance limitado reduce la posibilidad de generalizar los resultados al conjunto de la población urbana. Para futuros estudios, se sugiere utilizar muestreo probabilístico estratificado, incluir perfiles socioeconómicos más variados y aplicar métodos cualitativos como entrevistas semiestructuradas o grupos focales que profundicen en las motivaciones de adopción o rechazo del sistema solar. Esta combinación metodológica permitiría obtener una visión más rica y matizada del comportamiento del consumidor, insumo clave para ajustar las estrategias comerciales y financieras del proyecto.

Se recomienda también reforzar el componente financiero del modelo de negocio mediante alianzas estratégicas con entidades financieras, que permitan diseñar líneas de crédito verdes específicas para sistemas solares residenciales. Este tipo de financiación especializada no solo facilitaría el acceso de los usuarios al sistema sin afectar su liquidez, sino que también contribuiría a mejorar el flujo de caja de la empresa, al reducir el riesgo de cartera y facilitar la recuperación del capital invertido. Asimismo, es clave establecer mecanismos de seguimiento a indicadores financieros clave como el WACC, la TIR y el VPN a medida que el proyecto evoluciona, lo cual permitirá ajustar estrategias de inversión, precios y expansión en función de los cambios del entorno económico.

9. Referencias bibliográficas

- Alcaldía de Bucaramanga. (s. f.). *La Alcaldía de Bucaramanga le apuesta al uso de energías limpias en sus sedes administrativas*.
<https://www.bucaramanga.gov.co/noticias/la-alcaldia-de-bucaramanga-le-apuesta-al-uso-de-energias-limpias-en-sus-sedes-administrativas/>
- Asociación de Energías Renovables Colombia. (2024, diciembre). *Boletín Renovables: Avances de las energías renovables al cierre de 2024*. SER Colombia.
- Badillo Acosta, Y. D., & Moreno Caballero, J. A. (2021). *Diseño de sistema para la reconversión a energía solar fotovoltaica para el supermercado “Siga y Merque”* [Trabajo de grado, Universidad de Santander]. Repositorio Institucional UDES. <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/4761>
- Bustamante Díaz, L. G. (2024). *Plan de negocio para la creación de una empresa que implementa sistemas fotovoltaicos como alternativa de energía renovable en edificios residenciales* [Trabajo de grado, institución no especificada].
- Campos, B. F. J., Martínez, B. A. R., & López, D. A. S. (2024). *Plan de negocio para la creación de una empresa de suministro e instalación de paneles solares en la zona de Bucaramanga y su Área Metropolitana*.
- Castaño Quiroga, B. E., & Hernández Marroquín, S. A. (2021). *Plan gerencial para la implementación de sostenibilidad mediante paneles solares en viviendas de interés social*.
- Castro Romero Evan Jacinto, C. R. (2021). *Plan de negocios para la creación de una empresa productora y comercializadora de paneles solares en el Cantón Baños*.

Cimitarra Solar Park. (2024). *Ecoparque Solar en Cimitarra*.

Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4.^a ed.). SAGE Publications.

Decreto 1073 de 2015 [Presidencia de la República de Colombia]. *Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía*. 2015.

Decreto 2469 de 2014 [Ministerio de Minas y Energía]. *Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 1715 de 2014*. 2014.

Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2011). *The SAGE handbook of qualitative research* (4.^a ed.). SAGE Publications.

Documento CONPES 4075 de 2022. *Política de Transición Energética Justa*. Departamento Nacional de Planeación. 2022.

EMIS. (2025, 16 julio). *C.I. Energía Solar S.A.S. E.S. Windows: Business report* (EMIS ID 1193542). ISI Emerging Markets Group.

Energía Estratégica. (2024, abril). *Colombia registra en abril 1 773 MW fotovoltaicos*. <https://energiaestrategica.com>

Flórez Bermúdez, R. E., & Delgado Rangel, J. L. (2023). *Análisis de factibilidad para la implementación de sistemas de generación de energía fotovoltaica en procesos agrícolas*.

GTC 114:2004. *Guía de especificaciones de sistemas fotovoltaicos para suministro de energía rural dispersa en Colombia*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw- Hill.
- Icontec. NTC 2774:1990. *Energía solar. Evaluación de materiales aislantes térmicos empleados en colectores solares*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- Icontec. NTC 2959:1991. *Energía fotovoltaica. Guía para caracterizar las baterías de almacenamiento para sistemas fotovoltaicos*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- Icontec. NTC 3507:1993. *Energía solar. Instalación de sistemas domésticos de agua caliente que funcionan con energía solar*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- Icontec. NTC 4405:1998. *Eficiencia energética. Evaluación de la eficiencia de los sistemas solares fotovoltaicos y sus componentes*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- Kerlinger, F. N. (1986). *Foundations of behavioral research* (3.^a ed.). Holt, Rinehart & Winston.
- Ley 142 de 1994. *Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios*. D.O. No. 41 433.
- Ley 1715 de 2014. *Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional*. D.O. No. 49 129.
- Ley 1955 de 2019. *Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018- 2022 “Pacto por Colombia, pacto por la equidad”*. D.O. No. 50 964.

- Ley 2099 de 2021. *Por medio de la cual se modifican normas del sector energético para fortalecer la transición energética*. D.O. No. 51 739.
- López Gómez, L. (2022). *Plan de negocio de la start-up GreenRoofs: Democratizar la inversión sostenible en energía solar mediante la tecnología blockchain*.
- Ministerio de Minas y Energía. (2021). *Transición energética: Informe de balance 2021*.
- Resolución 030 de 2018 [Comisión de Regulación de Energía y Gas]. *Por la cual se establecen las condiciones para la conexión de autogeneradores a pequeña escala y generación distribuida*. 2018.
- Resolución 075 de 2021 [Comisión de Regulación de Energía y Gas]. *Por la cual se definen los cargos de conexión para proyectos de generación*. 19 de mayo de 2021.
- Resolución 203 de 2020 [Unidad de Planeación Minero Energética]. *Por la cual se establecen los requisitos para el registro de proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER)*. 2020.
- Resolución 40284 de 2022 [Ministerio de Minas y Energía]. *Por la cual se regulan los trámites de conexión para proyectos FNCER*. 27 de diciembre de 2022.
- Rodríguez Arango, C. C. (2020). *Plan de negocio para la creación de la empresa Ecoingenieros SAS*.
- Santander Energy Development Project. (2024). *Proyecto de Desarrollo de Energía Renovable en Santander*.
- Sentencia C- 107 de 2019 [Corte Constitucional de Colombia]. *Revisión de constitucionalidad de la Ley 1715 de 2014*. 2019.

- Statista. (2024, 15 noviembre). *Capacidad instalada de energía solar en Colombia de 2015 a 2023*. <https://www.statista.com>
- Suárez Zambrano, C. A. (2018). *Energías renovables y alternativas como fuente de desarrollo económico*.
- Troncoso Loaiza, J. C. (2023). *Plan de negocios para la creación de una empresa de prestación de servicio público domiciliario de energía eléctrica mediante paneles solares*.
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2025). *Registro de proyectos de generación con fuentes no convencionales de energía (corte 2025)*.
- Universidad de San Buenaventura. (2020). *Importancia y contribución de la implementación de paneles solares en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero*. *Revista ESCOLME*.
- Vázquez Pérez, C. (2024). *Desarrollo de un plan de negocios para la creación de una empresa especializada en la instalación de placas solares sobre invernaderos*.
- XM Compañía de Expertos en Mercados S. A. E.S.P. (2025, enero). *Factores de capacidad de parques solares conectados al SIN*.
- Alcaldía de Bucaramanga. (s. f.). *La Alcaldía de Bucaramanga le apuesta al uso de energías limpias en sus sedes administrativas*.
<https://www.bucaramanga.gov.co/noticias/la-alcaldia-de-bucaramanga-le-apuesta-al-uso-de-energias-limpias-en-sus-sedes-administrativas/>
- Asociación de Energías Renovables Colombia. (2024, diciembre). *Boletín Renovables: Avances de las energías renovables al cierre de 2024*. SER Colombia.

- Badillo Acosta, Y. D., & Moreno Caballero, J. A. (2021). *Diseño de sistema para la reconversión a energía solar fotovoltaica para el supermercado “Siga y Merque”* [Trabajo de grado, Universidad de Santander]. Repositorio Institucional UDES. <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/4761>
- Bustamante Díaz, L. G. (2024). *Plan de negocio para la creación de una empresa que implementa sistemas fotovoltaicos como alternativa de energía renovable en edificios residenciales* [Trabajo de grado, institución no especificada].
- Campos, B. F. J., Martínez, B. A. R., & López, D. A. S. (2024). *Plan de negocio para la creación de una empresa de suministro e instalación de paneles solares en la zona de Bucaramanga y su Área Metropolitana.*
- Castaño Quiroga, B. E., & Hernández Marroquín, S. A. (2021). *Plan gerencial para la implementación de sostenibilidad mediante paneles solares en viviendas de interés social.*
- Castro Romero Evan Jacinto, C. R. (2021). *Plan de negocios para la creación de una empresa productora y comercializadora de paneles solares en el Cantón Baños.*
- Cimitarra Solar Park. (2024). *Ecoparque Solar en Cimitarra.*
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4.^a ed.). SAGE Publications.
- Decreto 1073 de 2015 [Presidencia de la República de Colombia]. *Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía.* 2015.
- Decreto 2469 de 2014 [Ministerio de Minas y Energía]. *Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 1715 de 2014.* 2014.

Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2011). *The SAGE handbook of qualitative research* (4.^a ed.). SAGE Publications.

Documento CONPES 4075 de 2022. *Política de Transición Energética Justa*. Departamento Nacional de Planeación. 2022.

EMIS. (2025, 16 julio). *C.I. Energía Solar S.A.S. E.S. Windows: Business report* (EMIS ID 1193542). ISI Emerging Markets Group.

Energía Estratégica. (2024, abril). *Colombia registra en abril 1 773 MW fotovoltaicos*. <https://energiaestrategica.com>

Flórez Bermúdez, R. E., & Delgado Rangel, J. L. (2023). *Análisis de factibilidad para la implementación de sistemas de generación de energía fotovoltaica en procesos agrícolas*.

GTC 114:2004. *Guía de especificaciones de sistemas fotovoltaicos para suministro de energía rural dispersa en Colombia*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw- Hill.

Icontec. NTC 2774:1990. *Energía solar. Evaluación de materiales aislantes térmicos empleados en colectores solares*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

Icontec. NTC 2959:1991. *Energía fotovoltaica. Guía para caracterizar las baterías de almacenamiento para sistemas fotovoltaicos*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

- Icontec. NTC 3507:1993. *Energía solar. Instalación de sistemas domésticos de agua caliente que funcionan con energía solar*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- Icontec. NTC 4405:1998. *Eficiencia energética. Evaluación de la eficiencia de los sistemas solares fotovoltaicos y sus componentes*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- Kerlinger, F. N. (1986). *Foundations of behavioral research* (3.^a ed.). Holt, Rinehart & Winston.
- Ley 142 de 1994. *Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios*. D.O. No. 41 433.
- Ley 1715 de 2014. *Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional*. D.O. No. 49 129.
- Ley 1955 de 2019. *Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018- 2022 “Pacto por Colombia, pacto por la equidad”*. D.O. No. 50 964.
- Ley 2099 de 2021. *Por medio de la cual se modifican normas del sector energético para fortalecer la transición energética*. D.O. No. 51 739.
- López Gómez, L. (2022). *Plan de negocio de la start-up GreenRoofs: Democratizar la inversión sostenible en energía solar mediante la tecnología blockchain*.
- Ministerio de Minas y Energía. (2021). *Transición energética: Informe de balance 2021*.
- Resolución 030 de 2018 [Comisión de Regulación de Energía y Gas]. *Por la cual se establecen las condiciones para la conexión de autogeneradores a pequeña escala y generación distribuida*. 2018.

Resolución 075 de 2021 [Comisión de Regulación de Energía y Gas]. *Por la cual se definen los cargos de conexión para proyectos de generación*. 19 de mayo de 2021.

Resolución 203 de 2020 [Unidad de Planeación Minero Energética]. *Por la cual se establecen los requisitos para el registro de proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER)*. 2020.

Resolución 40284 de 2022 [Ministerio de Minas y Energía]. *Por la cual se regulan los trámites de conexión para proyectos FNCER*. 27 de diciembre de 2022.

Rodríguez Arango, C. C. (2020). *Plan de negocio para la creación de la empresa Ecoingenieros SAS*.

Santander Energy Development Project. (2024). *Proyecto de Desarrollo de Energía Renovable en Santander*.

Sentencia C- 107 de 2019 [Corte Constitucional de Colombia]. *Revisión de constitucionalidad de la Ley 1715 de 2014*. 2019.

Statista. (2024, 15 noviembre). *Capacidad instalada de energía solar en Colombia de 2015 a 2023*. <https://www.statista.com>

Suárez Zambrano, C. A. (2018). *Energías renovables y alternativas como fuente de desarrollo económico*.

Troncoso Loaiza, J. C. (2023). *Plan de negocios para la creación de una empresa de prestación de servicio público domiciliario de energía eléctrica mediante paneles solares*.

Unidad de Planeación Minero Energética. (2025). *Registro de proyectos de generación con fuentes no convencionales de energía (corte 2025)*.

Universidad de San Buenaventura. (2020). *Importancia y contribución de la implementación de paneles solares en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Revista ESCOLME.*

Vázquez Pérez, C. (2024). *Desarrollo de un plan de negocios para la creación de una empresa especializada en la instalación de placas solares sobre invernaderos.*

XM Compañía de Expertos en Mercados S. A. E.S.P. (2025, enero). *Factores de capacidad de parques solares conectados al SIN.*