

Impacto socio económico del uso de la energía fotovoltaica en
Manaure La Guajira



Impacto socio económico del uso de la energía fotovoltaica en la zona rural de Manaure
La Guajira (comunidad Alto Pino)

Juan Pablo Duran Cruz

Corporación Universitaria Minuto de Dios Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Septiembre de 2025

Impacto socio económico del uso de la energía fotovoltaica en
Manaure La Guajira

Impacto socio económico del uso de la energía fotovoltaica en la zona rural de Manaure
La Guajira (comunidad Alto Pino)

Juan Pablo Duran Cruz

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

Asesora

Ivonne Tatiana Muñoz Martínez

Magister en Administración

Corporación Universitaria Minuto de Dios Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Septiembre de 2025

Contenido

Lista de tablas.....	6
Lista de figuras.....	7
Lista de anexos.....	8
Resumen	9
Abstract.....	10
Introducción	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1 Descripción del problema	13
1.2 La pregunta de investigación	15
1.3 Los objetivos de investigación	16
1.3.1 Objetivo general	16
1.3.2 Objetivos específicos.....	16
1.4 Justificación de la investigación.....	16
2. MARCO DE REFERENCIA.....	18
2.1. Marco de Antecedentes.....	20
2.2. Marco Teórico.....	27
2.3. Marco normativo.....	29
3. METODOLOGÍA	31
3.1. Enfoque y alcance de la investigación	31
3.2.1. Definición de la población.....	33
3.2.2. Cálculo y selección de la muestra.....	34
3.3. Instrumento(s)	34
3.4. Descripción de procedimientos.....	35
3.5. Análisis de información.....	35

Impacto socio económico del uso de la energía fotovoltaica en Manaure La Guajira

3.6. Consideraciones éticas.....	42
3.6.1 Análisis de consideraciones éticas	42
3.6.2 Instrumentos de aceptación y autorización	43
4. RESULTADOS.....	44
4.1 Análisis de las condiciones de acceso a la energía en la comunidad.	44
4.2 Análisis del impacto social de los sistemas fotovoltaicos en Alto Pino.	46
4.3 Análisis técnico y económica para la formulación de un proyecto de energía solar.	47
4.3.1 Consideraciones técnicas para la formulación del proyecto.....	47
4.3.2 Consideraciones económicas para la formulación e implementación.	48
4.4. Perspectivas sociales sobre la adopción de paneles solares.....	51
5. CONCLUSIONES	52
5.1 Análisis de la Situación Energética Actual	52
5.2 Percepción y Aceptación de la Comunidad.....	53
5.3 Análisis técnica y económica del proyecto.....	53
5.4 Energía Solar para el Desarrollo de Alto Pino.....	54
5.5 Transformación Social y Económica a través de la Energía Solar	55
6. DISCUSIÓN	56
6.2. Alcance e Incidencia del Proyecto en el Área de Estudio	57
6.2.1. Repercusiones sociales.....	57
6.2.2. Repercusiones económicas.....	57
6.2.3. Repercusiones ambientales.....	58
6.2.4. Repercusiones técnicas.....	58
6.2.5. Repercusiones institucionales	58
6.3. Líneas de Investigación Futuras	59
6.3.1. Mantenimiento y sostenibilidad.....	59
7. RECOMENDACIONES	60

Impacto socio económico del uso de la energía fotovoltaica en
Manaure La Guajira

REFERENCIA.....61

ANEXO.....66

 Anexo 1. Registro Fotográfico de la comunidad Alto Pino.66

 Anexo 1.1 Registro Fotográfico de la comunidad Alto Pino. (shutterstock, 2025)66

 Anexo 3 Matriz de Responsabilidades.....79

 Anexo 4 Cuadro de Presupuesto 40 Familia80

Impacto socio económico del uso de la energía fotovoltaica en
Manaure La Guajira

Lista de tablas

Tabla 1 Cuadro de la Encuesta sobre Acceso y Percepción de Energía Eléctrica	38
Tabla 2 Gráfico de la Encuesta sobre Acceso y Percepción de Energía Eléctrica.....	41
Tabla 3 Análisis de Costos Operacionales	48
Tabla 4 Análisis de Costos de equipos por viviendas.....	49
Tabla 5 Análisis de Ingresos Operacionales	50
Tabla 6 Análisis de Ingresos No Operacionales	50

Impacto socio económico del uso de la energía fotovoltaica en
Manaure La Guajira

Lista de figuras

Figura 1 Ubicación Geográfica de Comunidad Alto Pino, Guajira Colombia (Data, s.f.)	12
Figura 2 Zona no interconectada (ZNI) (IPSE, s.f.)	14
Figura 3 Razones de elegir la energía solar. (AutoSolar, s.f.)	17
Figura 4 Mapa de Radiación solar en Colombia (Alexis, 2025)	24
Figura 5 esquema del sistema fotovoltaico (HelioEsfera, 2024)	26

Impacto socio económico del uso de la energía fotovoltaica en
Manaure La Guajira

Lista de anexos

Anexo 1. Registro Fotográfico de la comunidad Alto Pino.....	66
Anexo 2 Especificaciones Técnicas	68
Anexo 3 Matriz de Responsabilidades	79
Anexo 4 Cuadro de Presupuesto 40 Familia	80

Impacto socio económico del uso de la energía fotovoltaica en Manaure La Guajira

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo la implementación de paneles solares en la comunidad de Alto Pino, La Guajira, tuvo un enfoque cuantitativo y demostró un impacto socioeconómico real. En el momento de la investigación el servicio eléctrico era intermitente afectando al 95% de la comunidad, esto tuvo como resultado un limitado desarrollo económico. La comunidad tuvo una percepción positiva hacia la energía fotovoltaica, con un 72.5% de los encuestados dispuestos a adoptarla, lo que evidencio la necesidad de un cambio. El proyecto fue posible gracias a la ubicación privilegiada geográficamente. El costo de implementación por vivienda fue de \$7.835.000 de pesos, No obstante, se contó con el apoyo de entidades publica y privadas. A nivel social, el acceso a energía permitió la iluminación nocturna, el uso de electrodomésticos básicos y la conservación de alimentos, mejorando la calidad de vida y de salud. Además, se impulsó al microempresario.

Palabras clave: Gerencia de proyecto, Energía solar, Alto Pino, eficiencia y impacto socioeconómico.

Impacto socio económico del uso de la energía fotovoltaica en Manaure La Guajira

Abstract

This research focused on the implementation of solar panels in the community of Alto Pino, La Guajira. It took a quantitative approach and demonstrated a real socioeconomic impact. At the time of the research, electricity service was intermittent, affecting 95% of the community, resulting in limited economic development. The community had a positive perception of photovoltaic energy, with 72.5% of respondents willing to adopt it, highlighting the need for change. The project was possible thanks to the privileged geographical location. The implementation cost per home was \$7,835,000 pesos. However, support from public and private entities was provided. At the social level, access to energy enabled nighttime lighting, the use of basic household appliances, and food preservation, improving quality of life and health. It also promoted microentrepreneurship.

Keywords: Project management, Solar energy, Alto Pino, efficiency, and socioeconomic impact.

Introducción

El servicio de energía eléctrica en el siglo XXI es un bien al que cada persona tiene derecho a tener acceso. No obstante, se puede afirmar que muchas poblaciones carecen de este beneficio, la gran mayoría de estas personas viven en comunidades pequeñas, alejadas de las ciudades principales teniendo un nivel económico muy bajo y no cuentan con disponibilidad de infraestructura eléctrica para el transporte de energía generada por las diferentes fuentes energéticas del país. Bajo las anteriores condiciones, estas poblaciones se encuentran condenadas a enfrentar situaciones precarias, dificultando las actividades cotidianas de cada individuo y finalmente afectando el desarrollo de la población frente a entornos económicos, sociales, sanitarios y tecnológicos.

Sin embargo, en el presente documento se tiene como enfoque el estudio de las alternativas fotovoltaicas para la zona rural del municipio de Manaure del departamento de La Guajira (comunidad de Alto Pino). De acuerdo con (Umpe, 2005) señala que en general, Colombia tiene un buen potencial energético solar en todo el territorio, con un promedio diario multianual cercano a 4,5 kWh/m² (destacándose la península de La Guajira, con un valor promedio de 6 kWh/m²). Lo que viabiliza en forma general la investigación a realizar.

Por otra parte, en la investigación se proyecta utilizar el método cuantitativo, según (Hernández Sampieri, 2018) es factible el uso de este método a varios propósitos cuando existe la intención de estimar magnitudes o cantidades y generalmente de probar hipótesis o teorías. De acuerdo con la tipología la investigación planteada, este método se adapta para el análisis datos climáticos, cálculos unitarios de demanda energética, modelamiento de los sistemas planteados y estudios demográficos necesarios para el desarrollo del objeto final de la investigación, satisfacer las necesidades energéticas de la población seleccionada.

La comunidad del Alto Pino se encuentra localizada en el departamento de la Guajira al norte de Colombia. Está situada entre los municipios de Uribia y Maicao, como muestra la Figura 1. Se encuentra a 5 kilómetros de Uribia, conocida como la capital indígena de Colombia. Sus coordenadas geográficas son:

Latitud: 11,44354 °Norte.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El municipio de Manaure, ubicado en el departamento de La Guajira, enfrenta una grave carencia de acceso a energía eléctrica debido a su ubicación en una zona no interconectada (ZNI), lo que limita el desarrollo socioeconómico de la comunidad de Alto Pino. La falta de infraestructura adecuada y el alto costo de generar energía mediante combustibles fósiles han perpetuado condiciones de pobreza y desigualdad. A pesar del alto potencial de irradiación solar en la región, este recurso no se ha aprovechado adecuadamente, lo que plantea la necesidad urgente de explorar soluciones energéticas sostenibles, como la implementación de sistemas fotovoltaicos, para mejorar la calidad de vida de los habitantes y promover un desarrollo más equitativo.

1.1 Descripción del problema

En Colombia el 53% del territorio nacional es considerado como zona no interconectada (ZNI) según cifras presentadas por el IPSE (Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas) (IPSE, 2023) Considerando a las ZNI como aquellas ubicaciones geográficas que cuales no cuentan con servicio de energía eléctrica o cuentan con un servicio no constante del suministro eléctrico. Entre las poblaciones pertenecientes ZNI al norte del país encontramos el departamento de La Guajira, donde se ubica el municipio de Manaure, el cual cuenta con un aproximado de 74.528 personas censadas (DANE, 2018) según lo reportado hasta el año 2018, en este municipio se encuentra la comunidad de estudio Alto pino.

Figura 2 Zona no interconectada (ZNI) (Ipse, s.f.)



En esta población se evidencia plenamente la carencia de suministro de energía eléctrica, los habitantes de esta comunidad se ven forzados diariamente a enfrentarse a realizar las actividades diarias sin el servicio de energía eléctrica. La causa principal de esta eventualidad se debe a que las redes eléctricas del Sistema Interconectado Nacional (SIN) no ha sido construidas principalmente por las grandes distancias entre estas poblaciones con la infraestructura eléctrica existente en el país, lo que lleva a que las fuentes de generación se realicen localmente y en su gran mayoría con métodos no sostenibles como los combustibles fósiles (Diesel, Gasolina, ETC) proliferándose así en toda la zona. De acuerdo con (SSPD, 2019) los costos operacionales de las once empresas que prestan servicios en las ZNI se observan que los costos de prestación del servicio de energía representan una proporción

elevada de los ingresos operacionales superior al 73%. Puesto a que la producción de este tipo de energía es más costosa que las generaciones tradicionales del país.

Como consecuencia de lo anterior esta población se ve afectada por el alto costo de vida, la calidad de vida en estas poblaciones se convierte en el principal obstáculo para alcanzar el desarrollo, ya que las comunidades situadas en dichas zonas cuentan con restricción a oportunidades de educación, productividad y acceso a las tecnologías de la Información y las comunicaciones. Dejando en evidencia la desigualdad y oportunidades existente en el país.

A pesar de estas dificultades, la región cuenta con un recurso abundante que no se ha aprovechado plenamente: la energía solar. Según la Unidad de Planeación Minero-Energética (Umpe, 2005) La Guajira tiene el mayor potencial de irradiación solar en Colombia, con valores promedio de 6 kWh/m² al día. Sin embargo, esta riqueza natural no se ha traducido en soluciones concretas para las comunidades más vulnerables, perpetuando las condiciones de pobreza y desigualdad.

En este contexto, surge la necesidad de explorar alternativas sostenibles y asequibles que puedan suplir las demandas energéticas de esta población. La implementación de sistemas fotovoltaicos se presenta como una solución viable y prometedora, capaz de transformar las condiciones de vida de los habitantes de Alto Pino, al tiempo que se promueve un modelo de desarrollo sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

1.2 La pregunta de investigación

La carencia de acceso a la energía eléctrica en Alto Pino afecta negativamente las condiciones de vida de sus habitantes, limitando el desarrollo y sus oportunidades para mejorar en temas económicos, educativos y sanitarios.

¿Cuál es el impacto socioeconómico del uso de la energía fotovoltaica en la zona rural de Manaure - La Guajira (comunidad alto pino)?

1.3 Los objetivos de investigación

El presente proyecto tiene como propósito promover el uso de energía solar en la comunidad Alto Pino, ubicada en La Guajira, Colombia, con el fin de mejorar la calidad de vida de su población a través de una fuente de energía limpia, sostenible y económica.

1.3.1 Objetivo general

Analizar el impacto social y económico del uso de la energía fotovoltaica en la mejora de las condiciones de vida y el desarrollo económico de la comunidad de Alto Pino en Manaure, La Guajira, con el fin de proponer soluciones autosuficientes que potencien el acceso a la energía renovable y su integración en la infraestructura local.

1.3.2 Objetivos específicos

Identificar las condiciones de acceso a la energía en la comunidad Alto Pino en Manaure, La Guajira, permitiendo un análisis de la situación energética actual. Tratando de entender la disponibilidad, la calidad y la fiabilidad, el costo asociado y el impacto de la falta de este servicio en la vida diaria de la comunidad.

Explorar las percepciones, la aceptación y el impacto de los generadores fotovoltaico en la comunidad Alto Pino en Manaure, La Guajira comprender si la energía por paneles solares es vista como una solución deseable y como podría transformar las vidas de la comunidad.

Analizar los factores sociales, económicos y técnicos que se solicita para la implementación de sistemas de energía fotovoltaica en la comunidad Alto Pino, en Manaure, La Guajira.

1.4 Justificación de la investigación

La transición global hacia fuentes de energía sostenibles es una necesidad urgente para enfrentar los desafíos del cambio climático, la seguridad energética y el desarrollo equitativo. Ante esta situación, países como Chile, México, Brasil y Argentina están desempeñando un

papel clave en la búsqueda de energías renovables, limpias y sostenibles, impulsando un cambio significativo en la región.

Gracias a la implementación de tecnologías como la energía solar, eólica e hidroeléctrica, se está logrando una reducción considerable en el gasto de energía. Esto se debe a que la generación de electricidad a partir de fuentes renovables es más eficiente y, una vez instalada, sus costos operativos son significativamente más bajos que los de los combustibles fósiles. Esta eficiencia no solo reduce los costos energéticos para los países y sus ciudadanos, sino que también atrae inversiones, fomenta la innovación y fortalece la seguridad energética al disminuir la dependencia de mercados externos. En última instancia, este compromiso con las energías renovables posiciona a estos países como líderes responsables en la lucha contra el cambio climático, construyendo un futuro más limpio y sostenible para todos. (Globalenergy, 2021).

La energía solar se ha convertido en una de las alternativas más sostenibles y económicas para el consumo eléctrico. Gracias a sus múltiples beneficios, como se puede observar en la figura 3 la reducción de costos ayuda a combatir el calentamiento mundial entre muchas cosas, adicional representa una opción atractiva tanto para hogares en zona no interconectadas.

Figura 3 Razones de elegir la energía solar. (AutoSolar, s.f.)



En este proyecto se busca suministrar energía fotovoltaica a la comunidad de la zona rural de Manaure La Guajira (comunidad alto pino), de igual forma realizar un estudio en la mejora y calidad de vida a la población, es importante mencionar que en la actualidad esta comunidad no cuenta con un servicio de energía eléctrica, adicionalmente se pretende aportar y proteger el medio ambiente reduciendo la huella de carbono, al no utilizar energías convencionales; es para nosotros importante generar un impacto social en la comunidad que mejore su calidad de vida al satisfacer la necesidades básicas y que esta zona pueda conectarse con el mundo y abrirse nuevos caminos en otros sectores para el crecimiento socioeconómico de la misma.

Teniendo en cuenta el clima favorable de la Guajira para la generación de este tipo de energía, donde se alcanzan altas temperaturas las cuales oscilan entre 22 y 30°C con máximas hasta de 42 °C, estas viabilizan la generación de energías fotovoltaicas las cuales ayuden a abastecer a la zona rural de Manaure La Guajira (comunidad alto pino). (Danna Rodríguez, 2020)

Este proyecto es un modelo de desarrollo sostenible, con un impacto social que permita a la comunidad realizar actividades que dependen del acceso a la energía eléctrica, tales como, estudiar, tener acceso a la salud, contar con electrodomésticos, conexión a las comunicaciones, acceso a la tecnología, impulsar el agro y el turismo.

2. MARCO DE REFERENCIA

Este proyecto pretende brindar apoyo a la comunidad de Alto de los Pino en el municipio de Manaure La Guajira, con la implementación de sistema de energía fotovoltaica en la zona mediante paneles solares, y a su vez, generar un impacto positivo a la comunidad mejorando las condiciones de las instituciones educativas, entidades de salud. (Uribe, 2025)

La puesta en marcha de la instalación de paneles solares puede influir significativamente en el desarrollo socioeconómico de la comunidad local al proporcionar electricidad confiable y sostenible, que es crucial para mejorar los niveles de vida e incentivar la económica. Los paneles solares pueden satisfacer las necesidades energéticas de las viviendas, los colegios y las compañías, mejorando así la calidad de vida y promoviendo el desarrollo de la zona. Esta implementación de energías fotovoltaica puede reducir la

dependencia de energías convencionales, contribuyendo además a la sostenibilidad ambiental. (Uribe, 2025)

La Unidad de Planeación Minero-Energética (Upme, 2023) resalta, una iniciativa del 88.3 % de la energía en Colombia está relacionada con fuentes renovables (Colombia A. , 2022) Así mismo, el Ministerio de Mina y Energía de Colombia anticipa que para el año 2030 aproximadamente el 10% de la energía que se consumirá en el país proveerá de proyecto fotovoltaicos o solares.

Agregado al impacto de las energías renovable por parte de paneles solares, el estudio sugiere una de creación de trabajo que a corto plazo cada megavatio de energía creara 20 empleos de manufactura, 30 de empleo de instalación y un empleo más de mantenimiento.

Por otro lado, el investigador Carlos Eduardo Espitia Cueca perteneciente al Instituto de Estudio para el Desarrollo y Paz (Indepaz) menciona que se están realizando en Colombia más de 1.004 proyecto de energía solares, el cual generaran más de 27.211,25 megavatios y en el caso de la guajira el número de proyecto seria solo 21 ubicándola el puesto 16 en número de proyecto de energía solar por departamento. (Indepaz, 2023)

Mas sin embargo a pesar que el porcentaje de proyecto en la región de la guajira no alcanza 5% de los proyecto en Colombia debemos tener en cuenta que la capacidad de energía por el departamento de la Guajira alcanza un segundo puesto, con una capacidad de energía de 3551.22 MW solo superado por el Departamento del Cesar con una capacidad de energía de 3653.38 MW en otras palabras el departamento de la Guajira tiene un gran potencial energético más sin embargo, por diferentes factores no se podido aprovechar de manera óptima. (Ini, 2024)

Por otra parte, teniendo en cuenta el artículo Descripción del desarrollo de un proyecto de energía solar publicado en el 2020, los costos de la energía solar han ido cayendo desde el 2003 dado a la oferta generada por los mercados internos. (Gómez, 2020)

Adicionalmente los incentivos generados en Colombia por la ley 1715 del 2014 (CongresodeColombia., 2014) Adicionalmente posee los beneficios tributarios como una reducción anual de renta por 5 años del 50% de total de las inversiones realizadas, exención del pago de los Derechos Arancelarios de Importación de Maquinaria, equipos, materiales e insumos.

A finales del año 2021, el Gobierno Nacional anunciaba que la capacidad instalada de generación eléctrica con energía solar en Colombia y otras energías renovables llegó a 2.500 megavatios en el 2022, un dato que desde AES se recibió con optimismo (Urrego, 2021)

Los avances que ha hecho el país en cuanto a la regulación y fomentar este tipo de proyectos lo han llevado a ubicarse en el puesto 29 entre 115 países en capacidad de suministrar energía de forma autosostenible y de calidad, accesible y ambientalmente amigable. Así lo reveló el ranking de Energy Transición Índice 2021 del Foro Económico Mundial. (energytracker.asia, 2024)

Ya para finalizar por parte de la APC (Agencia Presidencial de Cooperación) anuncia que en la Guajira se implementará por medio del Consorcio de empresas coreanas denominado Topinfra-Edinson con una asignación de recursos estimada de USD 8.5 millones (aprox. COP 34 mil millones) y consiste en la construcción de una planta de energía solar tipo microgrid con una capacidad de generación de 1 megavatio esto indica la APC está impulsando los megaproyectos en la región. (Colombia A. , 2024)

2.1. Marco de Antecedentes

El departamento de La Guajira, ubicado en el extremo norte de Colombia, posee un potencial energético excepcional gracias a su alta radiación solar, estas condiciones la convierten en un lugar ideal para la implementación de proyectos de energía renovable. No obstante, a pesar de este potencial, el departamento enfrenta una de las mayores brechas de cobertura energética del país, lo que ha generado un notable impacto social y económico en los últimos años. (Minenergía, 2025)

La falta de un sistema eléctrico confiable es un obstáculo significativo para muchas comunidades en la región, como las que se evidencia en la comunidad Alto Pino. Esta carencia limita el acceso a servicios esenciales y restringe las oportunidades de desarrollo socioeconómico. En este contexto, la electrificación con sistemas solares fotovoltaicos se presenta como una solución viable, probada con éxito en otras zonas remotas.

Al implementar estos sistemas, se facilita el acceso a la energía, lo cual a su vez impulsa el desarrollo económico local y mejora la calidad de vida de los residentes. Esto se logra al permitir que las personas tengan acceso a iluminación segura, refrigeración para sus

alimentos y medicamentos, y la capacidad de usar tecnologías que antes eran inaccesibles. Además, el uso de energía solar promueve la sostenibilidad ambiental al ser una fuente limpia y renovable, lo que demuestra que la solución no solo es práctica, sino también responsable con el futuro del planeta. (Uribe, 2025)

El acceso a la electricidad en otras regiones donde se ha implementados estos modelos de proyecto ha permitido el uso de electrodomésticos, la iluminación segura y el acceso a medios de comunicación, lo que ha elevado considerablemente la calidad de vida. Estos resultados son consistentes con la tendencia internacional, donde la implementación de fuentes de energía sostenible, como la solar, ha demostrado ser un factor clave para el desarrollo. Entre ellas encontramos las siguientes fuentes:

De acuerdo con (Quiroz, 2018) En la zona rural del Cantón Chone, Manabí, Ecuador, las problemáticas de orden energético en zonas rurales de esta población, hacen que los habitantes se encuentren sin acceso a la electricidad, enfrentando así grandes dificultades, lo que limita significativamente su capacidad para llevar a cabo actividades sociales durante la noche. Además, carecen de acceso a medios de comunicación, lo que contribuye a un entorno de silencio y oscuridad que afecta su vida social durante gran parte del día.

En este claro ejemplo se puede evidenciar que la condición de carencia energética se extiende más allá de las fronteras colombianas, el estudio en mención crítica fuertemente al sistema energético mundial, que se basa en gran mayoría en el uso de energías convencionales (fuentes fósiles y nucleares), señalando la necesidad de una transición hacia una cultura energética sostenible. En la investigación también se mencionan los problemas del agotamiento de recursos y el cambio climático, así como la urgencia de encontrar soluciones comunes para enfrentar estos desafíos globales. (Quiroz, 2018).

Finalmente, el estudio incluye el análisis del comportamiento del costo de los sistemas fotovoltaicos autónomos para la electrificación rural, en el cual se demuestra la relación entre los costos de una posible extensión de red existente del sistema nacional vs la energización de la zona estudiada con tecnologías fotovoltaica. Demostrando que la última alternativa implica costos menores.

Por otra parte, la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona - Universidad Politécnica de Cataluña desarrolló un estudio que lleva por nombre "Acceso a la electricidad y desarrollo rural" en este estudio se enuncia que la estrategia más habitual para

realizar la electrificación ha consistido históricamente en la expansión de la red nacional, Esta consiste en la generación de energía centralizada y se distribuye a la población por medio de la infraestructura ya construida. No obstante, en el caso de las áreas rurales, esta misma estrategia no es viable, debido a las características geográficas y a la dispersión de las comunidades (Gomis-Bellmunt., 2021)

De acuerdo con lo anterior, se propone la electrificación descentralizada como una muy buena alternativa, siendo esta mucho más viable para el suministro eléctrico en esas comunidades que se encuentran en zonas aisladas y rurales, en la publicación se realiza un consolidado de diversos estudios realizados en diferentes lugares del mundo, entre ellos: India, Tailandia, Camboya, México, Tanzania, Etiopía, y otros. En los estudios se analizan los diversos enfoques abordados en múltiples investigaciones realizadas a nivel mundial y concluye que estos se centran en aspectos relacionados con lo técnico, económico, político o institucional y ambiental. (Gomis-Bellmunt., 2021)

El estudio finalmente se dedica en realizar la aclaración de la importancia considerar un enfoque social, ya que incluir a las comunidades en los programas de electrificación no solo aumenta las probabilidades de éxito del proyecto, sino que también es fundamental para alcanzar la sostenibilidad y para identificar todos los beneficios sociales y económicos que la electrificación puede ofrecer. Además, facilita la comprensión de las complejas relaciones que surgen en relación con el uso de la electricidad. (Gomis-Bellmunt., 2021)

En complemento al ámbito de estudio de este documento, se tiene otro aporte titulado “Análisis de factibilidad para la implementación de sistema solar fotovoltaico en vivienda social”, en este se plantea algunos problemas de orden energético en las viviendas sociales de la urbanización del plan habitacional “Casa para todos” en Jipijapa, Ecuador. En los cuales debido a las altas pérdidas de energía ocasionado por las grandes distancias que se tienen entre las casas y los centros de generación centralizados de energía, junto con la pandemia de COVID-19 que se presentó en esa fecha y sumado al aislamiento domiciliario, han llevado a un incremento significativo en el consumo de energía eléctrica. Haciendo así, que las familias vulnerables enfrenten problemas económicos que les impiden pagar sus facturas de electricidad excesivamente altas. Debido a los sucesos anteriores la población se ha visto en la necesidad de considerar la implementación de sistemas fotovoltaicos que ayuden a disminuir los altos costos de vidas de esta población. (Guerrero Calero, 2023)

La metodología utilizada para llevar a cabo la implementación incluye la evaluación de los análisis, donde se lleva a cabo un estudio de social y económico que abarca el cálculo del consumo energético, una evaluación económica que incluye el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), así como una comparación de costos entre el servicio eléctrico tradicional y el sistema fotovoltaico. (Guerrero Calero, 2023)

En conclusión, se determinó que el proyecto es beneficioso para el medio ambiente, de acuerdo con estudios fundamentados en los conceptos teóricos. Como señala Ovalle Cubillos (2014), "previene la emisión de 53 millones de toneladas de CO₂ anualmente, las cuales, de no ser así, habrían sido generadas por plantas de energía a carbón operando las 24 horas del día". Sin embargo, al considerar únicamente los gastos por energía eléctrica y en comparación por el costo del sistema, no es económicamente viable. (Suárez, 2021)

En el año 2019, La Universidad Piloto de Colombia Girardot, Colombia realiza la publicación de un estudio llamado "Generación de energía eléctrica a partir de sistemas híbridos para el sector rural del municipio de Tocaima, Colombia", en el cual básicamente se busca beneficiar al municipio de Tocaima – Colombia creando soluciones que disminuyan la desigualdad social y económica, así como la pobreza, mediante la provisión de servicios básicos de calidad, implementando sistemas que utilicen energías alternativas.

Como primer paso en la metodología, se lleva a cabo una caracterización que abarca información sobre las personas en relación con su territorio y las interacciones que establecen, las cuales marcan las distintas huellas de agua y carbono que influyen en el comportamiento de las poblaciones urbanas y rurales. Esta caracterización también incorpora datos geográficos, meteorológicos y técnicos que describen los procesos de transformación de sistemas energéticos eólicos, estructuras y sistemas fotovoltaicos. (Umpe, 2005)

Este proyecto tiene como objetivo abordar uno de los problemas que enfrenta Tocaima, Colombia, un municipio donde, según el último censo, el 5,6% de las familias en el sector rural carecen de acceso a la electricidad. Esta situación se debe a diversas razones relacionadas con la extensión de las redes eléctricas, la economía de los campesinos, la pobreza extrema, la falta de oportunidades, la desatención a la producción agrícola y otros factores que se investigarán a lo largo de este estudio. (Olaya, 2019)

La metodología utilizada consta de técnicas de observación, análisis documental, diseño técnico, análisis geográfico y análisis estadístico. Los resultados presentan los criterios generales que evidencian la posibilidad del uso de la tecnología fotovoltaica para asegurar la electrificación en áreas rurales (Mera Bravo J. P., 2024) De acuerdo con Mera Bravo & Rodríguez Gámez (2024). Durante la etapa de desarrollo de la investigación se evidencio la falta de claridad en la información sobre el potencial solar del área y las maneras de aprovecharlo, dificulta que la sociedad desarrolle interés en el uso de la energía solar y en la electrificación rural en las zonas que aún no tienen acceso al servicio eléctrico.

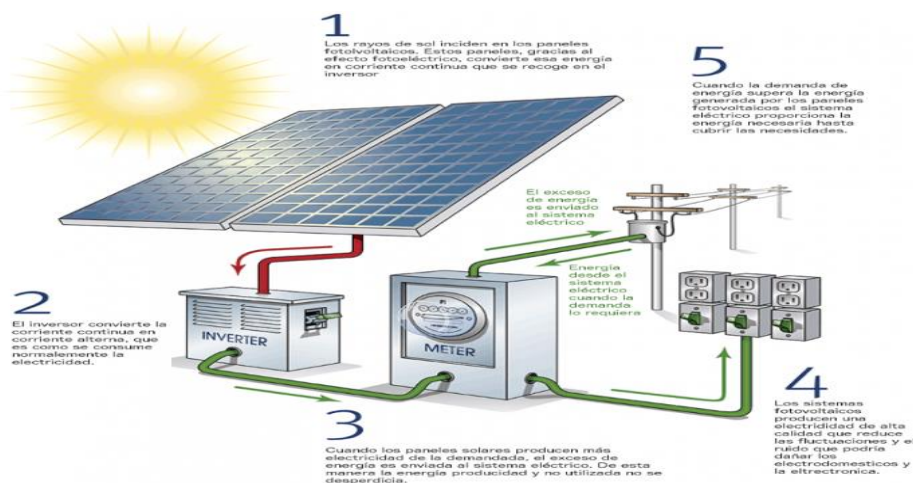
Finalmente, la investigación logró alcanzar el objetivo planteado y validar la hipótesis al evidenciar el potencial energético, económica, ambiental y social asociada con la implementación de la tecnología fotovoltaica, en beneficio de la electrificación rural en la provincia de Manabí. (Mera Bravo J. P., 2024)

Otro aporte asociado con el tema de investigación es el de la Universidad Cesar Vallejo – Perú, el cual tiene como objetivo general analizar el impacto de la energía solar fotovoltaica en las viviendas vermiculares del Caserío de Narihuala en 2023. Esto incluye como objetivos específicos: identificar los beneficios de la electrificación en las viviendas de dicho caserío, establecer el tipo de sistema fotovoltaico más adecuado para satisfacer las necesidades del Caserío de Narihuala y evaluar cómo la falta de energía eléctrica influye en el desarrollo de los habitantes de Narihuala. (Gaona Mulatillo, 2023).

Finalmente, los autores utilizaron como instrumento las entrevistas hacia los habitantes de la población objeto de estudio, buscando concluir un resultado final a cada objetivo específico y general, de esta forma analizar el impacto de la energía solar en las viviendas vermiculares del Caserío Narihuala.

La función de un sistema de energía solar fotovoltaica es transformar la energía luminosa procedente del sol en energía eléctrica, para almacenarla y posteriormente utilizarla en el proceso de consumo. Como se observa en la Figura. 5, el sistema está compuesto por paneles fotovoltaico, regulador de carga, baterías, inversor y cuadro de protección.

Figura 5 esquema del sistema fotovoltaico (HelioEsfera, 2024)



En conclusión, el análisis de los antecedentes sobre el uso de la energía solar fotovoltaica en áreas rurales revela un impacto socioeconómico significativo en comunidades que carecen de acceso a la electricidad. La implementación de sistemas fotovoltaicos ha demostrado ser una solución viable para mejorar la calidad de vida de los habitantes, facilitando el acceso a servicios básicos y promoviendo el desarrollo económico local. Diversos estudios, como los realizados en Manabí, Ecuador, y Tocaima, Colombia, evidencian que la electrificación a través de fuentes renovables no solo aborda problemas energéticos, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental y a la reducción de la pobreza. Sin embargo, se destaca la necesidad de una mayor claridad en la información sobre el potencial solar y su aprovechamiento, lo que es crucial para fomentar el interés de las comunidades en estas tecnologías. (Nostresol, 2023)

Además, la participación de los habitantes en los programas de electrificación es fundamental para garantizar el éxito y la sostenibilidad de los proyectos. En este contexto, la investigación sobre el impacto de la energía solar en las viviendas vermiculares del Caserío de Narihuala (Gaona Mulatillo, 2023), se presenta como un paso importante para comprender mejor las necesidades locales y adaptar las soluciones energéticas a las realidades específicas de cada comunidad. En definitiva, la transición hacia una cultura energética sostenible es esencial para enfrentar los desafíos globales relacionados con el cambio climático y el agotamiento de recursos; La energía solar fotovoltaica se posiciona como una alternativa prometedora en este proceso.

2.2. Marco Teórico

El acceso a la energía es un pilar fundamental para el desarrollo humano, social y económico de cualquier comunidad. Sin embargo, en muchas zonas rurales de América Latina, como la comunidad Alto Pino en Manaure (La Guajira), la ausencia de infraestructura eléctrica ha perpetuado condiciones de pobreza y desigualdad. En este contexto, la energía fotovoltaica emerge como una alternativa viable y sostenible. Para comprender mejor su impacto, este marco teórico aborda los principales conceptos y metodologías desde la gerencia de proyectos, el desarrollo sostenible y la implementación de energías renovables.

El potencial de la energía solar ha sido ampliamente estudiado argumenta que la transición hacia fuentes renovables no solo es una necesidad ambiental, sino también una oportunidad para comunidades sin acceso a redes eléctricas. En América Latina, países como México y Chile han logrado importantes avances en la adopción de esta tecnología, reduciendo costos y mejorando la calidad de vida de muchas comunidades (Rincón Mejía, 2018).

En Colombia, la Unidad de Planeación Minero-Energética (Umpe, 2005) ha identificado a La Guajira como la región con mayor irradiación solar del país, con un promedio de 6 kWh/m² diarios. A pesar de este recurso abundante, su aprovechamiento ha sido limitado por barreras económicas, tecnológicas y regulatorias. La Ley 1715 de 2014, que promueve el desarrollo y uso de fuentes no convencionales de energía renovable en el país, ha sido un paso clave en la expansión de la energía fotovoltaica, pero su aplicación en comunidades rurales sigue enfrentando desafíos estructurales.

Estudios previos han demostrado que la implementación de sistemas fotovoltaicos en zonas rurales no solo reduce la dependencia de energías convencionales, sino que también genera empleo local y fomenta el emprendimiento en sectores como el agro y el turismo (Upme, 2023) En este sentido, (Sachs, J. D., 2017) destaca que el acceso a energías limpias es un componente esencial para alcanzar un desarrollo sostenible, ya que permite a las comunidades mejorar sus condiciones de vida y fortalecer su economía local.

La implementación de un sistema fotovoltaico requiere un enfoque estructurado y metodológico. (Harol Kerzner, 2017) destaca que la gerencia de proyectos en infraestructura energética debe seguir un esquema riguroso que contemple la planificación, ejecución, monitoreo y cierre del proyecto. Dentro de este contexto, la metodología del (PMBOK®, 2021)

establecer procesos esenciales como la gestión de costos, riesgos y stakeholders, factores clave para garantizar el análisis del proyecto en comunidades rurales.

Desde una perspectiva metodológica, (Hernández Sampieri, 2018) señala que el enfoque cuantitativo es útil en estudios como este, ya que permite evaluar datos sobre irradiación solar, consumo energético y análisis financiera. En el caso de Alto Pino, la aplicación de este enfoque incluirá la recopilación de datos sobre el acceso a la energía, el impacto en la economía local y la percepción de la comunidad sobre la tecnología de sistemas fotovoltaicos. Estos elementos permitirán medir con precisión el impacto del proyecto y determinar su sostenibilidad a largo plazo.

El acceso a la energía está estrechamente ligado al desarrollo humano. Amartya Sen (1999) argumenta que la pobreza no solo debe medirse en términos de ingresos, sino en función de las oportunidades que tienen las personas para mejorar su calidad de vida. En este sentido, la falta de electricidad limita el acceso a educación, salud y empleo, perpetuando el ciclo de pobreza en comunidades vulnerables.

La importancia de la innovación en la adopción de nuevas tecnologías también ha sido abordada por (Avilés, 2020) en su teoría de la difusión de innovaciones. Según su modelo, la aceptación de nuevas tecnologías, como la energía fotovoltaica, depende de factores como la percepción de su utilidad, la facilidad de uso y la influencia de líderes comunitarios. Esto implica que el éxito del proyecto en Alto Pino no solo dependerá de su análisis técnico, sino también de la participación de la comunidad en su implementación y mantenimiento.

A nivel global, la Organización de las Naciones Unidas ha establecido el acceso a la energía como un derecho fundamental dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Sostenible, 2015) En particular, el ODS 7 busca garantizar energía asequible y sostenible para todos, promoviendo fuentes renovables y la electrificación de zonas rurales. Esto refuerza la relevancia del presente estudio, alineándolo con políticas internacionales que buscan erradicar la pobreza energética.

La implementación de energía fotovoltaica en comunidades rurales no solo es una alternativa sostenible, sino también una oportunidad para transformar realidades. Desde la gerencia de proyectos, es fundamental aplicar metodologías estructuradas que permitan una ejecución eficiente y participativa. Asimismo, el impacto socioeconómico debe medirse no solo

en términos de acceso a la energía, sino también en cómo este acceso mejora la calidad de vida y las oportunidades de desarrollo.

El fundamento de la energía solar fotovoltaica es el efecto fotoeléctrico o fotovoltaico, que consiste en la conversión de la luz en electricidad. Este proceso se consigue con algunos materiales que tienen la propiedad de absorber fotones y emitir electrones. Cuando estos electrones libres son capturados, el resultado es una corriente eléctrica que puede ser utilizada como electricidad.

Este marco teórico sienta las bases para analizar, cómo la energía solar puede cambiar la realidad de Alto Pino, integrando herramientas de gerencia de proyectos con modelos de desarrollo sostenible.

2.3. Marco normativo

La transición hacia fuentes de energía sostenibles es una prioridad para toda Colombia no solo para la comunidad Alto Pino, más sin embargo es necesario recalcar que la necesidad de satisfacer esta necesidad energética específicamente en este sector es fundamentalmente urgente para generar una transformación socioeconómica y cultural en este departamento que ha sido desamparados por tanto tiempo.

El marco normativo diseñado en este proyecto es fundamental para asegurar la legalidad y sostenibilidad del proyecto a largo plazo. El presente proyecto se fundamenta en un análisis riguroso de la legislación y normativa colombiana en vigor.

Ley 1715 de 2014: (Congresodecolombia, Ley 1715 de 2014, 2014) Esta ley promueve el uso de fuentes no convencionales de energía. Establece el marco regulatorio para la integración de energías renovables, incluidas las fotovoltaicas, al sistema energético nacional. También busca fomentar la investigación, desarrollo e implementación de tecnologías limpias.

Resolución CR

EG 030 de 2018: (CREG, 2018) Esta resolución establece las condiciones para la conexión y operación de sistemas de generación distribuida, incluyendo los sistemas fotovoltaicos. Define aspectos técnicos, como la calidad del servicio y las interconexiones a la red eléctrica.

Decreto 057 de 2017: (de Colombia, 2017) Este decreto establece incentivos fiscales para la inversión en proyectos de energía solar. Incluye beneficios tributarios como la exención del IVA para la compra de equipos y componentes relacionados con la energía solar.

Ley 142 de 1994: (Congreso de Colombia, Ley 142 de 1994, 1994) Aunque es anterior a la Ley 1715, esta ley regula los servicios públicos domiciliarios en Colombia y establece principios fundamentales que también se aplican a los servicios eléctricos generados a partir de fuentes renovables.

Política Nacional de Energía: El gobierno colombiano ha adoptado políticas que promueven la transición hacia energías renovables, estableciendo metas específicas para aumentar la participación de energías limpias en la matriz energética del país.

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE): (MINENERGIA, 2024) Este reglamento establece los requisitos técnicos y de seguridad que deben cumplir las instalaciones eléctricas, incluyendo aquellas que utilizan energía solar fotovoltaica.

Este marco normativo no solo permite la creación y la puesta en marcha de este proyecto en la comunidad de Alto Pino sino que permite identificar los fundamentos legales estableciendo el camino que el para que el proyecto sea legal, así mismo identificar la análisis técnico determinado la conexión de los paneles solares a la red eléctrica de manera eficiente y segura sino también su análisis económica por medio de los beneficios fiscales como podrían ser la reducción de impuestos esto permitiendo que el proyecto sea más fácil de financiar y más sostenible a largo plazo.

Teniendo en cuentas estas normas podemos generar un proyecto no solo en libros sino generando una idea palpable que se convertirá en una solución real y duradera para la comunidad de Alto Pino.

3. METODOLOGÍA

El enfoque metodológico de esta investigación fue cuantitativo, ya que permitió analizar de manera objetiva el impacto socioeconómico del uso de la energía fotovoltaica en la zona rural Alto pino de Manaure la Guajira.

En cuanto al diseño, se tuvo en cuenta Alan Bryman, quien hace referencia a la manera en que se abordó el estudio de un fenómeno. No se limitó solo a la elección de métodos específicos, sino que también implicó la filosofía y las suposiciones subyacentes que guían la investigación. (Alan, 1988)

3.1. Enfoque y alcance de la investigación

La presente investigación tuvo como fin examinar cómo el uso de la energía eléctrica influyó en las condiciones de vida y el crecimiento económico de la comunidad de Alto Pino en La Guajira. El objetivo general fue proponer soluciones autosuficientes que garantizaran el acceso a la energía renovable y su integración en la infraestructura local, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

La población objetivo de esta investigación correspondió a los habitantes de la comunidad de Alto Pino, cuya población se estimó en 300 personas, distribuidas en aproximadamente 40 hogares. Se debe anexar que no había cifras específicas sobre la población actual ya que los últimos años el Estado no ha realizado un censos o proyecciones oficiales para los habitantes del departamento de la Guajira, Colombia.

La duración estimada fue de tres meses, tiempo el cual se desarrollaron las diferentes etapas del proyecto para lograr alcanzar cada uno de los objetivos específico y finalmente llegar al objetivo general.

Para el desarrollo del proyecto, se optó por realizar un censo total en la comunidad, lo que significó que se encuestó a todas las familias para garantizar los resultados precisos con el propósito de optimizar el proceso se aplicó una sola encuesta por hogar, lo que suma un total de 40 encuestas, ya que la comunidad estaba compuesta por 40 hogares.

La decisión de aplicar una sola encuesta por familia se basó en el tamaño promedio de los hogares, que era de 7 personas, incluyendo mayores y menores de edad. Se previó que las respuestas de varios miembros de la misma familia, especialmente de los adultos, serían muy similares o simplemente iguales por esta razón, encuestar a dos o más personas en un mismo hogar se consideró repetitivo.

Esta metodología permitió obtener una visión completa de cada hogar, asegurando que los datos fueran representativos de toda la comunidad sin incurrir en la duplicación de información.

Se tuvo en cuenta que no todos los hogares estarían dispuestos a realizar dicha encuesta y se dejó claro que dicho proceso podría tener un margen de error del 5% debido a factores como son el desconocimiento de ciertos temas. Finalmente, se decidió utilizar una encuesta total en lugar de un muestreo representativo, reconociendo que la cantidad de encuestas a realizar era suficiente para generar un análisis válido, siendo una alternativa más eficiente para los fines del proyecto.

Con el objetivo de proponer soluciones sostenibles a esta problemática, se planteó una investigación centrada en la incorporación de sistemas de energía fotovoltaica. Para alcanzar este propósito, el estudio se estructuró en diversas etapas que permiten abordar el fenómeno desde una perspectiva integral, tiempo estimado de duración de la etapa inicial de tres semanas.

En primer lugar, se realizó una caracterización energética de la comunidad, donde se recopiló información directa mediante encuestas físicas, dada la limitada infraestructura tecnológica del lugar. Esta etapa buscó identificar las condiciones actuales en cuanto al acceso y uso de la energía en Alto Pino, lo que sirvió como base para orientar las acciones posteriores del proyecto. El tiempo estimado de duración de la segunda etapa fue de tres semanas.

En segundo lugar, se llevó a cabo una jornada pedagógica que permitió la socialización del proyecto con los habitantes. En esta fase se pretendió que la comunidad comprenda los fundamentos de la energía sostenible, especialmente la energía solar fotovoltaica, promoviendo así una participación informada en el proceso investigativo.

En tercer lugar, se realizó la validación de sus expectativas frente al proyecto. Mediante entrevistas físicas, se analizó como la comunidad percibió la posible implementación de soluciones energéticas y qué beneficios esperan obtener a partir de ellas.

En cuarto lugar, se realizaron diferentes plataformas teniendo en cuenta tanto su análisis técnico, es decir, su capacidad de satisfacer las necesidades energéticas reales del territorio, como su análisis económico, considerando los costos de adquisición, instalación, operación y mantenimiento del sistema propuesto. En esta etapa, se analizaron distintos modelos de sistemas fotovoltaicos, desde instalaciones individuales por cada una de las viviendas hasta la solución colectivas, evaluando cuál de ellos se adaptaban mejor a las características geográficas, sociales y económicas de la comunidad.

Es importante destacar que esta última fase representó una de las más complicadas y extensas del proceso de investigación, no solo por el nivel técnico que requirió, sino también por los alcances logísticos que conllevó. En esta etapa final se debieron definir todos los procesos internos, como la búsqueda de proveedores, la adquisición del personal idóneo, la adquisición de equipos y materiales, así como su transporte desde los centros urbanos hasta la zona rural, entre otros aspectos.

En conjunto, la investigación no se limitó a proponer una solución técnica a los fallos de energía en Alto Pino, sino también comprender el contexto social, económico y cultural en el que se desarrollará. De esta manera, se buscó contribuir de manera significativa al mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes, promoviendo el acceso a un recurso esencial como lo fue la energía eléctrica de manera autosuficiente y sostenible.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Definición de la población

Según la Real Academia Española (RAE), la población se refiere al conjunto de personas que comparten una característica o condición específica y que son objeto de estudio en una investigación o estudio demográfico

Este estudio se enfocará en cincuenta (50) familias indígenas wayuu (viviendas) de la comunidad de Alto Pino del municipio de Manaure La Guajira.

3.2.2. Cálculo y selección de la muestra

Se usó un muestreo probabilístico estratificado, esto debido a que se tuvo que captar información representativa de diferentes subgrupos dentro de la comunidad, en este caso el nivel adquisitivo o poder económico de los hogares en la comunidad, nuestro segmento de mercado. Este tipo de muestreo garantizó que cada hogar tuviese una probabilidad conocida y distinta de cero de ser seleccionado, lo que aseguró mayor validez estadística y posibilidad de generalizar los resultados.

Se aclara que se tuvieron en cuenta cierto criterio como para este muestreo probabilístico como, por ejemplo: Tener residencias permanentes de la comunidad en La Guajira por lo menos un año de residencia, poseer hogares sin acceso confiable y continua al servicio de electricidad, ser mayores de 18 años, ser jefes de hogar o personas responsables de decisiones energéticas en la vivienda.

Esta muestra permitió obtener datos sólidos para evaluar el impacto potencial del proyecto de paneles solares en La Guajira.

3.3. Instrumento(s)

El instrumento empleado en este proyecto de implementación de energías renovables y limpias fue la encuesta de carácter cuantitativo, ya que permitió explorar las principales necesidades energéticas no satisfechas dentro de la población.

Con el propósito de asegurar la validez del instrumento y reducir al mínimo los posibles errores durante su aplicación, se sometió a un proceso de revisión técnica a través de dos expertos. En esta evaluación participaron un asesor especializado en medio ambiente y un profesional con experiencia en energía renovable y desarrollo rural, quienes revisaron y ajustaron la encuesta para garantizar su claridad, relevancia y adecuación al contexto social y cultural de la comunidad.

Adicional se establecieron ciertos criterios de inclusión, como residir actualmente en la comunidad de Alto Pino, tener 18 años o más y estar directamente involucrado en el manejo y uso de la energía dentro del hogar. Solo se incluyó a quienes aceptaron participar de forma voluntaria en el proceso; cabe mencionar que quedaron excluidas las personas que no hacen parte de la comunidad, aquellas menores de edad, quienes no tuvieran conocimiento claro

sobre el consumo energético de su vivienda, así como los cuestionarios que presentaron inconsistencias o estuvieron incompletos al momento de su análisis.

3.4. Descripción de procedimientos

Se llevó a cabo un proceso de recolección de datos mediante una encuesta de enfoque cuantitativo. Esta actividad tuvo como finalidad identificar las condiciones actuales de acceso a la energía eléctrica la comunidad, conocer las necesidades energéticas no satisfechas, los hábitos de consumo, como afecta la falta de energía en la económica, los hábitos, la salud, cultura, educación y explorar la percepción y disposición de la comunidad frente a la transición hacia fuentes de energía renovable.

El cuestionario fue diseñado cuidadosamente con preguntas cerradas de selección única, permitió obtener datos claros, concisos, preciso y sobre todo, cuantificables sobre aspectos como el acceso actual a la energía en cada vivienda, el tipo de electrodomésticos utilizados, el gasto promedio mensual en electricidad, la disposición a migrar hacia energías alternativas y el nivel de conocimiento sobre el funcionamiento de paneles solares. Se buscó, además, evaluar si la comunidad estuviese dispuesta a realizar una inversión inicial significativa con el fin de acceder a una fuente energética más económica, limpia y sostenible a largo plazo.

Para facilitar la comprensión y asegurar la fiabilidad de las respuestas, el instrumento en este caso la encuesta fue redactada de manera que se usó en un lenguaje claro, directo, conciso y preciso para ser adaptado al contexto sociocultural de los participantes.

3.5. Análisis de información.

La herramienta principal escogida para el análisis y procesamiento de la información recogida en las encuestas realizadas en la comunidad Alto Pino, ubicada en el departamento de La Guajira, Colombia, fue Microsoft Excel. Esta hoja de cálculo permitió organizar, calcular y visualizar de manera ágil y eficiente los datos obtenidos, facilitando la identificación de los principales factores técnicos, económicos y sociales que inciden en la formulación del proyecto de implementación de sistemas de energía fotovoltaica. Esta información fue fundamental para apoyar el proceso de toma de decisiones estratégicas durante la estructuración del proyecto.

El análisis de los datos se llevó a cabo en varias fases, desde la organización inicial de la información hasta la aplicación de medidas estadísticas básicas y la presentación de los resultados.

En la primera fase, se ingresaron los datos adquiridos a través de las encuestas en hojas de Excel, organizando la información en tablas que incluyeron variables como los datos demográficos, los niveles de consumo energético estimado por hogar, y el uso de electrodomésticos presentes en las viviendas. También se identificaron patrones de consumo energético promedio y las horas de mayor demanda eléctrica.

La segunda fase consistió en la elaboración de hojas de cálculo orientadas al análisis financiero del proyecto. Se aplicaron fórmulas para calcular indicadores como el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Estos indicadores no se utilizaron exclusivamente para determinar el análisis del proyecto en base al estudio social y económico, sino como herramientas para comprender el impacto financiero esperado de su implementación y evaluar su sostenibilidad a largo plazo, en función de los recursos disponibles y los beneficios proyectados.

Estos cálculos se basaron en los costos iniciales como fueron módulos fotovoltaicos, inversores, estructuras de montajes, cables y conectores controlador de carga, medidores entre otros. Los costos de mantenimiento y los beneficios a largo plazo, como la reducción de los gastos en combustibles fósiles.

Para presentar los hallazgos de manera clara y comprensible, se utilizaron las herramientas de visualización de Excel. Se crearon diversos tipos de gráficos para ilustrar los resultados, como gráficos de barras para comparar el consumo de energía actual con el consumo esperado después de la implementación del sistema de paneles solares.

Para el análisis y codificación de datos, se utilizó habitantes para el análisis de las variables, trabajando con datos continuos y variables cualitativas nominales, dicotómicas, politómicas y ordinales. Las variables incluyeron sexo, si cuenta con acceso a energía, con que frecuencias tienen limitaciones con el servicio de energía, cual es la principal fuente de energía, si están dispuestos a invertir ingreso y si las viviendas cuentan con las condiciones físicas para la instalación del sistema. Los datos recolectados se organizaron inicialmente en Excel antes de ser importados a Jamovi para su análisis.

Los datos se categorizaron en dos tipos principales: datos continuos y variables cuantitativas. Para las variables cuantitativas, como sexo, se asignaron códigos numéricos en Jamovi; por ejemplo, el sexo se codificó como '1' para masculino y '2' para femenino. Variables dicotómicas, como ¿Cuenta con acceso a Energía su Vivienda? Y ¿Está usted dispuesto a invertir económicamente en la instalación de un sistema de energía solar en su vivienda?, se codificaron como '1' para Si y '2' para No, mientras que las variables politómicas, como Esta usted dispuesto a invertir económicamente en la instalación de un sistema de energía solar en su vivienda, ¿Cuál es la principal fuente de energía eléctrica? y ¿Cuenta su vivienda con las condiciones mínimas técnicas para la instalación del sistema Solar? recibieron múltiples etiquetas representando diferentes rangos (Dubrovin, V., Deineha, L., & Yatsenko, A., 2023).

El proceso de codificación incluyó la carga de datos desde Excel a Jamovi, seguido por la asignación de códigos a cada categoría. Este proceso se realizó manualmente para asegurar la precisión y consistencia. Cada variable cuantitativa fue etiquetada cuidadosamente en Jamovi, lo cual facilitó el análisis estadístico posterior. Las etiquetas asignadas fueron revisadas minuciosamente para verificar su correcta asignación.

La validación de la codificación fue un paso crucial para garantizar la exactitud de los datos. Se revisaron todas las etiquetas asignadas en Jamovi para asegurar que cada categoría estuviera correctamente representada. Cualquier discrepancia o error en la codificación fue corregido antes de proceder con el análisis. Los datos codificados se almacenaron en la base de datos de Jamovi y se realizaron análisis estadísticos para examinar las relaciones entre las variables y responder a las preguntas de investigación (Larson-Hall, J., & Mizumoto, A. (2019).

Tabla 1 Cuadro de la Encuesta sobre Acceso y Percepción de Energía Eléctrica

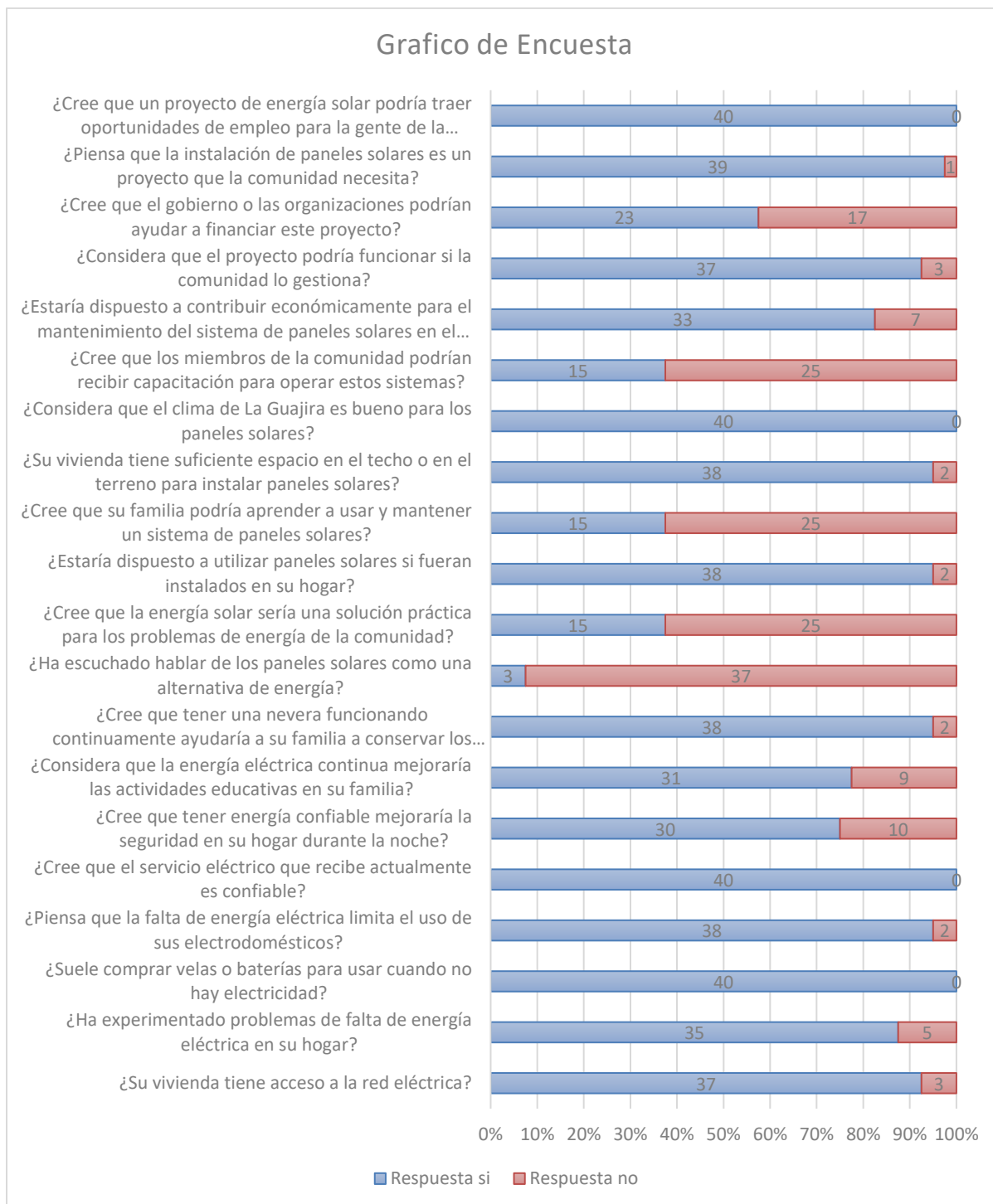
Variable	Concepto	Tipo de variable	Nominal /ordinal	Datos
¿Su vivienda tiene acceso a la red eléctrica?	Hogar tiene conexión para usar electricidad.	Cuantitativo	Nominal/dicotómicas	1.Si
				2. No
¿Ha experimentado problemas de falta de energía eléctrica en su hogar?	Regularidad con que el lugar recibe electricidad.	Cuantitativo	Nominal/politómica	1.Si
				2. No
¿Suele comprar velas o baterías para usar cuando no hay electricidad?	Hogar tiene conexión para usar electricidad.	Cuantitativo	Nominal/politómica	1.Si
				2. No
¿Piensa que la falta de energía eléctrica limita el uso de sus electrodomésticos?	Hogar tiene conexión para usar electricidad.	Cuantitativo	Nominal/dicotómicas	1.Si
				2. No
¿Cree que el servicio eléctrico que recibe actualmente es confiable?	Hogar tiene conexión para usar electricidad.	Cuantitativo	Nominal/dicotómicas	1.Si
				2. No
¿Cree que tener energía confiable mejoraría la seguridad en su hogar durante la noche?	Hogar tiene conexión para usar electricidad.	Cuantitativo	Nominal/dicotómicas	1.Si
				2. No
¿Considera que la energía eléctrica continua mejoraría las actividades educativas en su familia?	Hogar tiene conexión para usar electricidad.	Cuantitativo	Nominal/dicotómicas	1.Si
				2. No
¿Cree que tener una nevera funcionando continuamente ayudaría a su familia a conservar los alimentos?	Hogar tiene conexión para usar electricidad.	Cuantitativo	Nominal/dicotómicas	1.Si
				2. No
		Cuantitativo	Nominal/dicotómicas	1.Si

¿Ha escuchado hablar de los paneles solares como una alternativa de energía?	Has escuchado sobre paneles solares			2. No
¿Cree que la energía solar sería una solución práctica para los problemas de energía de la comunidad?	conexión eléctrica	Cuantitativo	Nominal/dicotómicas	1.Si
				2. No
¿Estaría dispuesto a utilizar paneles solares si fueran instalados en su hogar?	Esta dispuesto en invertir dinero para la instalación de un sistema que aproveche la energía solar.	Cuantitativo	Nominal/dicotómicas	1.Si
				2. No
¿Cree que su familia podría aprender a usar y mantener un sistema de paneles solares?	Percepción de la capacidad	Cuantitativo	Nominal/dicotómicas	1.Si
				2. No
¿Su vivienda tiene suficiente espacio en el techo o en el terreno para instalar paneles solares?	Cuenta su vivienda con las condiciones mínimas técnicas para la instalación del sistema Solar.	Cuantitativo	Nominal/politómica	1.Si
				2. No
¿Considera que el clima de La Guajira es bueno para los paneles solares?	Identificar si los paneles solares son receptivos para su uso	Cuantitativo	Nominal/politómica	1. Si
				2. No
¿Cree que los miembros de la comunidad podrían recibir capacitación para operar estos sistemas?	Identificar si la comunidad estaría dispuesta a aprendizaje	Cuantitativo	Nominal/politómica	1. Si
				2. No
		Cuantitativo	Nominal/politómica	1. Si

¿Estaría dispuesto a contribuir económicamente para el mantenimiento del sistema de paneles solares en el futuro?	Evaluación del compromiso financiero			2. No
¿Considera que el proyecto podría funcionar si la comunidad lo gestiona?	Identificar si la comunidad estaría dispuesta a aprendizaje	Cuantitativo	Nominal/politómica	1. Si
				2. No
¿Cree que el gobierno o las organizaciones podrían ayudar a financiar este proyecto?	Percepción de la responsabilidad y el apoyo externo	Cuantitativo	Nominal/politómica	1. Si
				2. No
¿Piensa que la instalación de paneles solares es un proyecto que la comunidad necesita?	Percepción de la responsabilidad y el apoyo externo	Cuantitativo	Nominal/politómica	1. Si
				2. No
¿Cree que un proyecto de energía solar podría traer oportunidades de empleo para la gente de la comunidad?	Percepción de la responsabilidad y el apoyo externo	Cuantitativo	Nominal/politómica	1. Si
				2. No

El siguiente gráfico muestra los resultados de una encuesta realizada en la región de La Guajira, Colombia, con el objetivo de conocer las condiciones de la comunidad correspondiente a acceso a la energía eléctrica, su uso y la percepción de la comunidad frente a la posible adquisición de paneles solares en sus respectivos hogares.

Tabla 2 Gráfico de la Encuesta sobre Acceso y Percepción de Energía Eléctrica



3.6. Consideraciones éticas

3.6.1 Análisis de consideraciones éticas

Durante todo el desarrollo del presente proyecto, unos de los principales pilares a seguir para el equipo que desarrolló la investigación fue mantener unos niveles óptimos referente a los estándares éticos, para el equipo desarrollador fue importante mantener elementos como la confidencialidad y discreción de cada uno de los datos aportados por las familias que se dispusieron a realizar la encuesta planteada. Se aclaró que la línea trazada en este ámbito para el desarrollo de esta actividad sería en primera instancia informar a todos los participantes sobre esta última, solicitando consentimiento a cada uno de ellos, el cual quedarían plasmado en documentación tangible, donde tuvieron la oportunidad de leer y firmar una vez se estuvieron de acuerdo con lo descrito en el documento. Sin embargo, como en el caso las encuestas, el consentimiento se solicitará a través de un formulario inicial antes de que los participantes comiencen a responder las preguntas.

Se dio máxima prioridad a la protección de la información proporcionada por los participantes. Los datos recopilados serían anonimizados, lo que implicaba que cualquier detalle que pudieran revelar la identidad de una persona o entidad sería eliminado o encriptado para salvaguardar su privacidad. Solo el equipo investigador tendría acceso a la información original, y cualquier resultado o publicación del estudio se divulgaría de forma que no fuera posible identificar a los participantes. Tanto los registros de entrevistas como las respuestas de las encuestas se conservarían en un entorno seguro y restringido, al cual solo tendrían acceso el personal autorizado del equipo de investigación.

Finalmente, la información recolectada sería empleada únicamente para los objetivos establecidos en el proyecto de investigación. No se divulgaría a terceros ni se utilizaría con fines distintos sin la autorización expresa de los participantes. Asimismo, el manejo de los datos se realizaría en cumplimiento con las normativas locales e internacionales de protección de datos, incluyendo el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) de la Unión Europea, en los casos en que aplicara. La participación en este estudio fue completamente voluntaria, y los participantes tuvieron la libertad de retirarse en cualquier momento sin sufrir consecuencias negativas ni sanciones. También pudieron solicitar la eliminación de su información o que esta no fuera considerada en el análisis, incluso después de haber contribuido al estudio.

3.6.2 Instrumentos de aceptación y autorización

Para esta investigación el instrumento de aceptación y autorización fue a través de un texto explicativo, el cual describió en qué consistía la actividad a realizarse en la comunidad. Previo a proceder la encuesta, se le solicitó a cada uno de los participantes la confirmación para continuar con la actividad.

Los datos de este estudio provienen de una encuesta realizada a la población objeto del beneficio energético en la comunidad de Alto Pino, utilizando en la investigación el método cuantitativo, según (Hernández Sampieri, 2018). Lo que permitió una recolección de datos eficiente y accesible. De las 40 familias que forman parte de la comunidad Alto Pino, la totalidad participó de forma voluntaria en el proceso de recolección de datos, lo cual reflejó un alto nivel de compromiso, de colaboración y de intención de cambio del servicio de energía.

El cuestionario fue cuidadosamente diseñado a partir de un cuadro de variables, dimensiones e indicadores, con veinte preguntas formuladas para cada indicador. Las validaciones de estas fueron realizadas por cada integrante de la investigación actual, realizando revisión cruzada de cada una de las preguntas formuladas, con el fin de evaluar y sugerir ajustes a estas últimas. Una vez validado, el cuestionario fue implementado en Google Forms y distribuido a cada una de las familias involucradas.

La recolección de datos fue gestionada presencialmente, lo que generó facilidad de acceso y la conveniencia para los participantes. Posterior a la recolección, las respuestas fueron presentadas en la herramienta Excel para proceder al análisis de las encuestas y la calidad de este.

Seguidamente, se implementó la herramienta JAMOVI para realizar el análisis de los datos, mientras que Excel se empleó para la limpieza y preparación de los datos. La imputación de datos y el etiquetado fueron pasos cruciales para garantizar la integridad y coherencia de los datos antes del análisis.

4. RESULTADOS

Los resultados de la investigación presentaron en el proyecto realizado en la comunidad de Alto Pino, Manaure, La Guajira, en la instalación de paneles solares se presenta los siguientes apartados. primero, un análisis de las condiciones de acceso a la energía en la comunidad; segundo, un análisis del impacto social de los sistemas fotovoltaicos; tercero un estudio de analisis técnica y económica para la ejecución de energía solar; y para finalizar, la percepción de la comunidad sobre la energía.

La información fue ordenó siguiendo los objetivos específicos planteados para el estudio, utilizando los datos obtenidos de la encuesta y las observaciones registradas durante la investigación.

4.1 Análisis de las condiciones de acceso a la energía en la comunidad.

Los resultados del trabajo de la encuesta y de la tabulación, que se realizó por medio de la herramienta Excel, revelaron una situación compleja en relación con las condiciones de acceso a la energía eléctrica en la comunidad de Alto Pino. La disponibilidad y la calidad del servicio energético eran aspectos críticos que impactaron profundamente la vida diaria de sus habitantes.

Uno de los resultados obtenido fue que por medio de la falta del servicio eléctrico se vio un impacto directo en la seguridad de los hogares durante la noche. Muchas familias declararon sentirse vulnerables debido a la oscuridad, lo que incrementaba la percepción de inseguridad. Además, el acceso limitado a la energía eléctrica afectaba el desarrollo de actividades educativas en el hogar, especialmente para los niños y jóvenes que requerían iluminación y acceso a dispositivos electrónicos para estudiar. Sin conexión eléctrica, en primer lugar, no era posible contar con el internet que en el día de hoy se ha convertido en una herramienta facilitadora y accesible a todo el conocimiento que se requiere para fortalecer las actividades educativas que los niños de hoy requieren. Sin conexión, los estudiantes se ven limitados en su capacidad para investigar, consultar fuentes actualizadas, ver videos educativos o interactuar con plataformas digitales de aprendizaje.

La dificultad de mantener alimentos refrigerados manera óptima sin cortar la cadena de frío generaba, problemas en la conservación de alimentos, lo que a su vez afectaba la economía, la salud de las familias.

Antes de esta realidad de mucha precariedad por falta de energía eléctrica, la comunidad demostró una alta intensidad de nuevas alternativas sostenibles como lo fue el aprovechamiento de la radiación solar. La gran parte de los encuestados tenían una percepción sobre la radiación solar y el posible aprovechamiento por parte de equipos especializados en captar dicha energía y transformarla en electricidad.

A pesar de que algunas personas aún tenían dudas sobre su eficacia como solución práctica para los problemas energéticos locales, la disposición general a adoptar estos sistemas en sus hogares era alta.

La comunidad contó con condiciones físicas adecuadas para la implementación de estructuras de montaje que son soporte que fijan los paneles solares, ya que todas las viviendas disponían de suficiente espacio en los terrenos aledaños para la instalación de estos equipos. Asimismo, el clima de la región fue una pieza fundamental debido a una alta exposición solar, debido a una falta de nubosidad en el departamento.

En términos de participación y sostenibilidad del sistema, una proporción significativa de la población expresó su disposición a contribuir económicamente al mantenimiento de los equipos solares, lo que denota un compromiso comunitario con soluciones energéticas duraderas.

Sin embargo, también surgieron algunas limitaciones importantes en cuanto a las capacidades locales para operar y mantener sistemas de energía solar.

Una parte de la población encuestada, no se sentía preparada para asumir la nueva responsabilidad técnica asociadas al uso, al mantenimiento preventivo y correctivo sin apoyo técnico constante. Esto sugirió la necesidad de incorporar procesos de formación, de capacitación y de acompañamiento constante en la comunidad para que paulatinamente la población se adaptase a las nuevas tecnologías y estas a su vez garantizaran el funcionamiento a largo plazo.

Finalmente, se evidenció una fuerte percepción de que un proyecto de energía solar no solo era necesario, sino que también podía traer beneficios importantes para la comunidad,

incluyendo oportunidades de empleo y un mejor manejo comunitario de los recursos energéticos.

En conclusión, durante el periodo en que se levantó la información, la comunidad de Alto Pino vivía en condiciones energéticas precarias, marcadas por un acceso inestable, una fuerte dependencia de soluciones improvisadas y una notable afectación de la vida cotidiana. Sin embargo, también se mostraba como una comunidad con potencial para transitar hacia una solución sostenible como la energía solar, siempre que se le brinde el acompañamiento adecuado en términos técnicos, económicos y organizativos.

4.2 Análisis del impacto social de los sistemas fotovoltaicos en Alto Pino.

El impacto social de los múltiples beneficios de tener energía eléctrica de calidad en la comunidad durante todo el día y adicionalmente, en las horas de la noche, fueron los siguientes: la capacidad de realizar actividades educativas, recreativas, genera seguridad y comodidad en el hogar, la facilitación de la comunicación por medios de dispositivos eléctricos.

Otros de los beneficios que se generaron con el uso de la energía fotovoltaica fueron la conservación de alimentos que se veía perjudicada por la cadena de frío que se perdía por la mala calidad del servicio de energía; el ahorro de las velas o baterías; y la pérdida de oportunidades económicas y educativas debido a la interrupción del servicio.

La urgente necesidad de soluciones energéticas, destacada por el hecho de que 38 personas han experimentado problemas de suministro, reforzó la idea de que la situación actual imponía una carga económica y social considerable a la comunidad.

Resumen, las condiciones de acceso a la energía en Alto Pino se caracterizó por una disponibilidad regular para la mayoría, pero una fiabilidad y calidad extremadamente bajas. Esto se manifestó en problemas constantes de suministro que afectan el 95% de los hogares, limitando significativamente la iluminación, el uso de electrodomésticos y, en consecuencia, el desarrollo social, económico y educativo de la comunidad. La percepción unánime es que una fuente de energía más confiable mejoraría sustancialmente su calidad de vida.

4.3 Análisis técnico y económica para la formulación de un proyecto de energía solar.

El análisis técnico y económico se fundamentó en la imagen de Costos Operacionales proporcionales proporcionada, la cual sirvió como referencia para estimar los costos asociados a un proyecto de energía solar destinado a 40 viviendas en la comunidad de Alto Pino, La Guajira, Colombia.

4.3.1 Consideraciones técnicas para la formulación del proyecto

La implementación de sistemas de energía solar en la región de La Guajira presenta condiciones geográficas y climáticas altamente favorables. Este departamento cuenta con uno de los mayores niveles de radiación solar en Colombia, alcanzando un promedio anual de 6 kWh/m²/día, lo cual supera ampliamente los requisitos mínimos para el funcionamiento eficiente de sistemas fotovoltaicos. Además, la predominancia de cielos despejados, baja nubosidad y escasas precipitaciones permite una generación estable de energía, minimizando pérdidas por sombreado y optimizando el rendimiento de los paneles.

La topografía plana y la disponibilidad de terrenos en muchas zonas del departamento favorecen tanto las instalaciones sobre techos como a nivel de suelo, reduciendo costos de estructura y montaje. Estas condiciones hacen que el entorno sea propicio para el desarrollo de proyectos solares con un alto rendimiento durante todo el año.

Para este proyecto, se propuso la instalación de un sistema fotovoltaico individual por vivienda, con el fin de garantizar acceso seguro, confiable y continuo a la red eléctrica. Este sistema incluye paneles solares, baterías para almacenamiento de energía, un inversor para convertir la corriente continua en alterna y un regulador de carga para proteger las baterías. Todos estos componentes son fácilmente adquiribles en el mercado colombiano, y existen proveedores, técnicos y empresas locales con experiencia en instalación, operación y mantenimiento, lo que respalda el análisis operativo y logístico del proyecto en el contexto regional.

El diseño del sistema se enfocó en cubrir necesidades energéticas básicas: iluminación LED, carga de dispositivos móviles, radios, ventiladores de bajo consumo y, en casos específicos, una nevera eficiente de tamaño reducido. No se consideró la inclusión de

electrodomésticos de alto consumo, como aires acondicionados o cocinas eléctricas, con el objetivo de mantener los sistemas dentro de un rango accesible técnica y económicamente.

Cada sistema doméstico estaría compuesto por un panel solar de entre 300 y 500 vatios, un controlador de carga, una batería de ciclo profundo y, si se requiere, un inversor. Este diseño es modular, permitiendo ampliaciones a futuro según la evolución de las condiciones técnicas y económicas de la comunidad.

La instalación es sencilla y no requiere infraestructura eléctrica previa. Las tareas de mantenimiento, principalmente limpieza de paneles y revisión de baterías, son básicas. Se consideró fundamental capacitar a miembros de la comunidad en estas actividades para garantizar la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

4.3.2 Consideraciones económicas para la formulación e implementación.

Desde el punto de vista económico, el desarrollo del proyecto fue evaluado tomando en cuenta diferentes fuentes de financiamiento y condiciones del entorno institucional. Se identificaron oportunidades importantes gracias a la participación de entidades públicas, privadas, organizaciones sin ánimo de lucro y mecanismos de financiamiento alternativos como subsidios y microcréditos. Además, el marco legal y fiscal colombiano ofrece incentivos y beneficios que favorecen este tipo de iniciativas en zonas vulnerables.

A continuación, se presenta un análisis detallado de los costos operacionales asociados al proyecto, los cuales incluyen gastos en publicidad, logística, instalación, capacitación, administración, herramientas digitales y otros factores claves que inciden en su ejecución y sostenibilidad.

Tabla 3 Análisis de Costos Operacionales

Costos Operacionales			
	Categoría	Descripción	Costo Mensual
Costo de Venta	Publicidad y mercadeo	Campañas publicitarias y promociones	\$ 300.000
	Comisiones de ventas	Comisiones a vendedores	\$ 500.000
	Transporte y distribución	Gastos de transporte y distribución	\$ 320.000

Costos de Instalación	Sueldos y salarios de instalación	Personal de instalación (2)	\$ 3.800.000
	Materiales y herramientas	Equipos y herramientas para instalación	\$ 1.250.000
	Costo de Formación	Costo de Capacitación del personal	\$ 600.000
	Transporte y logística	Transporte para instalación	\$ 303.000
Costos Administrativos	Alquiler de oficina	Alquiler mensual	\$ 1.100.000
	Servicios públicos	Electricidad, agua, internet, etc.	\$ 320.000
	Gastos de oficina	Papelería, suministros, etc.	\$ 300.000
	Software y licencias	Herramientas digitales y licencias	\$ 500.000
	Sueldos y salarios	Personal de Planta	\$ 1.423.500
	Sueldos y salarios	Personal Administrativo	\$ 4.500.000
Costos No operacionales	Movimiento Banca	Intereses de préstamos	\$ 700.000
		Comisiones bancarias	\$ 35.000
Costos Operacionales			\$ 15.951.500
Iva 19%			\$ 3.030.785
Costos Totales			\$ 18.982.285

Tabla 4 Análisis de Costos de equipos por viviendas

Costo de equipo por viviendas			
Descripción	Costo Estimado Unitario	Unidades requeridas	Precio Total
Panel solar de 300W a 400W/ Unidad	\$ 800.000	5	\$ 4.000.000,00
Inversores (Convertidor de Corriente)	\$ 630.000	1	\$ 630.000,00
Batería 400Ah	\$ 740.000	2	\$ 1.480.000,00
Regulador de carga para proteger las baterías	\$ 200.000	2	\$ 400.000,00
Estructura metálica para montaje de paneles	\$ 1.325.000	1	\$ 1.325.000,00
TOTAL			\$ 7.835.000,00

Según el análisis de los cuadros de costos, el valor estimado para la implementación de un sistema autónomo de energía solar por vivienda asciende a \$7.835.000 COP, incluyendo todos los componentes necesarios desde paneles solares hasta la estructura de montaje.

Para evaluar la sostenibilidad financiera del proyecto, también se consideraron los costos administrativos y operativos a largo plazo. Estos costos son esenciales para asegurar la adecuada gestión, mantenimiento y operatividad del sistema en el tiempo.

Tabla 5 Análisis de Ingresos Operacionales

Ingresos Operacionales		
Categoría	Descripción	Ingreso Anuales
Instalación de Paneles	Ingreso por instalación de los paneles solares	\$ 313.400.000
Mantenimiento y Reparación	Ingreso por mantenimiento y reparaciones	\$ 50.000.000
Otros Servicios	Otros ingresos generados por servicios adicionales	\$ 8.000.000
Total, de Ingresos Operacionales		\$ 371.400.000

El proyecto contempla ingresos derivados de la instalación, mantenimiento y otros servicios relacionados, los cuales contribuyen a su autosostenibilidad.

Adicionalmente, el modelo financiero incluye ingresos no operacionales provenientes de fuentes externas, lo que refuerza aún más el análisis económico del proyecto:

Tabla 6 Análisis de Ingresos No Operacionales

Ingresos No Operacional Totales		
Categoría	Detalle	Ingreso 2025
Subvenciones gubernamentales	Incentivos del gobierno nacional, departamental o municipal	\$ 23.750.000
Donaciones de ONGs o Cooperación	Aportes de organizaciones internacionales, fundaciones o cooperación técnica	\$ 27.564.000
Intereses ganados	Rendimientos financieros por saldos bancarios o inversiones temporales	\$ 1.350.000
Incentivos Fiscales	Créditos fiscales, Exenciones fiscales, Desgravaciones fiscales	\$ 3.750.000
Ingresos No Operacional Totales		\$ 52.664.000

El análisis financiero mostró que, aunque los costos iniciales y de operación son significativos, el respaldo institucional y los apoyos económicos obtenidos fueron determinantes para garantizar la implementación efectiva del proyecto.

En resumen, los aspectos técnicos y económicos analizados evidencian que la comunidad de Alto Pino cuenta con las condiciones necesarias para avanzar en la formulación y ejecución de un proyecto de energía solar sostenible, en un entorno que combina ventajas naturales, disponibilidad de recursos, apoyo institucional y participación comunitaria activa.

4.4. Perspectivas sociales sobre la adopción de paneles solares

Los datos obtenidos a través de la encuesta dieron como conclusión que la percepción de la comunidad Alto pino sobre la aplicación y el uso de las energías por medio de paneles solares es mayoritariamente positiva y revela un ambiente receptivo hacia esta tecnología como alternativa energética. La gran mayoría de las personas de la comunidad consideró que tener una fuente de energía más confiable mejoraría significativamente sus estilos de vida y harían un cambio significativo en todos los procesos de la vida cotidiana, esto evidencio una necesidad real y urgente dentro de la comunidad por soluciones energéticas más estables.

Además, se observó una alta disposición de las personas en participar en las charlas y capacitaciones para aprender a usar y cuidar los paneles solares, como funcionan las celdas solares, como captan la energía del sol, la conservan, la distribuyen y la almacena en baterías, lo que demuestra interés de aprender sobre esta nueva tecnología. La mayoría de los encuestado también percibió que los paneles solares serían fáciles de usar, lo cual favorece su aceptación y uso cotidiano. Otro aspecto positivo fue que una parte de la comunidad consideró que sus viviendas contaban con las condiciones técnicas mínimas necesarias para instalar sistemas solares. Esto indica que existen oportunidades reales para implementar esta tecnología sin requerir grandes inversiones en infraestructura adicional.

Sin embargo, un punto crítico que resalta el gráfico es el bajo nivel de conocimiento previo sobre cómo funcionan los paneles solares. A pesar de la disposición a usarlos, pocas personas habían recibido información o han escuchado anteriormente sobre su funcionamiento. Este resultado sugiere que es necesario enfocarnos con mayor prioridad de las capacitaciones a la comunidad sobre el uso el mantenimiento preventivo y correctivo de estos equipos.

5. CONCLUSIONES

Los resultados de todo lo que conllevó este proceso de investigación y análisis del proyecto evidenciaron que la implementación de sistemas de energía limpia en la comunidad de Alto Pino, La Guajira, presenta condiciones técnicas y económicas favorables, sino que también cuenta con la actitud positiva y el respaldo de los habitantes de la comunidad. En este sentido, se abordaron tres objetivos específicos que permitieron identificar los principales elementos que influyen en la estructuración del proyecto: el análisis de la situación energética actual de la comunidad, la percepción de los residentes sobre el uso de energía solar, y la identificación de factores técnicos y económicos relevantes para su formulación.

5.1 Análisis de la Situación Energética Actual

La disponibilidad de energía eléctrica confiable desempeñó un papel crucial en el desarrollo económico de la comunidad, facilitando el surgimiento y la expansión de pequeños negocios. Artesanos, productores agrícolas, comerciantes y emprendedores que en otra época no contaban con el servicio pudieron operar maquinaria, sistemas de refrigeración, iluminación y equipos electrónicos sin interrupciones, lo que generó el surgimiento de microempresas que reactivaron la economía del sector con mayores procesos de productos y servicios. Esta estabilidad energética permitió además extender los horarios de trabajo, abrir nuevas líneas de producción y atender a turista, lo que genera un aumento significativo en los ingresos.

En el caso de las personas que se desempañaban en el proceso de carpintería y de ebanistería pudieron utilizar sierras eléctricas y lijadoras durante todo el día sin depender de horario de servicio impredecibles. Los pocos productores agrícolas que se encuentran en la zona pudieron conservar mejor sus productos, con refrigeración constante, evitando el deterioro prematuro de frutas, verduras o lácteos. Incluso pequeños negocios digitales o servicios como peluquerías pudieron surgir y mantenerse activos gracias a la disponibilidad de energía. Conjuntamente, la integración de estas fuentes de energía renovable, permitieron que las comunidades no solo cubran sus propias necesidades energéticas, sino que también generen un excedente. Estos excedentes pudieron ser almacenados en baterías para su uso en horas de menor generación y a su vez estas energías adicionales fueron vendidas a otras redes eléctricas lo que generaron una nueva fuente de ingresos sostenibles para las familias.

5.2 Percepción y Aceptación de la Comunidad

Los análisis del proyecto dieron como resultado, que la investigación en la comunidad de Alto Pino tuvo una percepción abrumadoramente positiva hacia los sistemas de energía fotovoltaica. Un innegable 72.5% de los encuestados estuvieron dispuestos a utilizar paneles solares, lo que demuestra una clara necesidad y deseo de cambio.

La comunidad, que durante muchos años vivió sin acceso a energía eléctrica, y al momento de recibir las primeras instalaciones de paneles solares, se generaron en toda la comunidad un sentimiento de esperanza un símbolo de progresos. Esta tecnología no solo representó una solución a un problema histórico por parte del abandono de la Nación, sino que también se convirtió en un símbolo de esperanza y progreso para el futuro.

El servicio de energía eléctrica, una comodidad básica y primordial que muchos colombianos que damos por sentado, ahora esta iluminando los hogares de esta comunidad rural de día y de noches, marcando un cambio profundo, visible y significativo en su calidad de vida. La llegada de la energía solar transformó la percepción de un mejor futuro, y esa transformación fue un motor de optimismo que pedía a gritos la comunidad.

5.3 Análisis técnica y económica del proyecto.

El análisis técnico y económico realizado evidenció que la comunidad de Alto Pino cuenta con condiciones favorables para la implementación de sistemas de energía solar. El departamento de La Guajira presenta un alto potencial de radiación solar, lo cual lo convierte en una región ideal para la generación de energía fotovoltaica, tanto por su ubicación geográfica como por sus condiciones climáticas constantes.

En términos de dispositivos, los sistemas y equipos que componen el sistema modular el ámbito tecnológico, industrial o electrónico modular son de fácil de transportar, instalar y de mantener, lo cual facilita su adaptación al contexto rural. Desde el punto de vista económico, aunque el costo estimado por vivienda es de \$7.835.000 COP, se identificaron fuentes de financiamiento complementarias que permiten aliviar la carga financiera del proyecto para las familias beneficiadas.

Uno de los aspectos más relevantes del modelo fue la participación de actores externos que aportaron ingresos no operacionales significativos, tales como donaciones de organizaciones y subvenciones por parte del gobierno. Estos recursos, que suman un total de \$52.664.000 COP, permitieron estructurar una estrategia de implementación más accesible para la comunidad.

Este análisis no solo resalta las condiciones técnicas y financieras adecuadas para el desarrollo del proyecto, sino que también permite identificar un modelo replicable de desarrollo sostenible, basado en el aprovechamiento de recursos naturales, la articulación interinstitucional y la participación comunitaria.

5.4 Energía Solar para el Desarrollo de Alto Pino

Con base al proyecto, se concluyó que la implementación de sistemas de energía fotovoltaica en la comunidad de Alto Pino, en Manaure, La Guajira, tuvo un impacto en los ámbitos económico y social el cual genera una transformación general en la comunidad generando soluciones viable, sostenible y autosuficiente frente a los problemas históricos de acceso a energía eléctrica confiable en la región.

El análisis inicial reveló que el 95% de los encuestados reportó interrupciones frecuentes en el servicio, lo cual limita actividades esenciales como la educación, el trabajo, la conservación de alimentos y la seguridad doméstica.

La puesta en marcha del sistema de paneles solares, según el estudio técnico y económico, fue viable por las condiciones climáticas privilegiadas del territorio con altos niveles de radiación solar y baja nubosidad debido a que la Guajira recibe un alto número de horas de sol al día en este caso 7.1 horas de sol al día teniendo en cuenta que se refieren a la cantidad de tiempo en que el sol ilumina directamente una zona. En el contexto de la energía solar, también es importante considerar el concepto de horas sol pico (HSP), que mide la intensidad de la radiación solar., lo que permite a los paneles solares generar energía durante un período prolongado.

5.5 Transformación Social y Económica a través de la Energía Solar

La puesta en marcha del uso de la energía fotovoltaica en la zona rural de Manaure, específicamente en la comunidad de Alto Pino, representa un importante avance debido a los resultados obtenidos en la investigación, se puede afirmar que la implementación de sistemas solares tiene el potencial de transformar profundamente las condiciones de vida de esta población, marcada históricamente por la inestabilidad y precariedad del servicio eléctrico.

La llegada de la energía marco un antes y un después en la vida de la comunidad, que durante año había vivido sin este servicio básico.

En el ámbito económico a pesar de los costos iniciales de instalación y operación, la rentabilidad del proyecto se ve respaldada por los ingresos proyectados y los apoyos no operacionales, lo que garantiza su sostenibilidad a largo plazo. Además, la reducción de gastos en velas, baterías o refrigeración deficiente, así como la apertura a nuevas oportunidades económicas (venta de productos perecederos, pequeños negocios, etc.), también incide directamente en la mejora de la economía local.

A nivel familiar, el acceso a la electricidad permitió mejorar la calidad de vida de manera inmediata, las casas se iluminaron, se dejaron de usar keroseno, pudieron acceder a medio de comunicación con es el caso de la radio.

A nivel de salud los puestos de salud mejoraron las condiciones de atención con nuevos y avanzados procesos que antes solo se pensaban en un futuro muy lejano.

En conclusión, el uso de la energía fotovoltaica en Alto Pino tuvo un impacto socioeconómico transformador: mejorando las condiciones de vida, fortalece el tejido social, promueve el desarrollo económico local, el uso de equipos eléctricos modernos, como computadoras, máquinas de coser eléctricas, herramientas, y sistemas de refrigeración, que antes eran inaccesibles, adicional generan mayor productividad debido a las horarios de operación porque como puede contar con la electricidad constante puede permitir a los negocios operar durante más horas, especialmente en la noche.

6. DISCUSIÓN

6.1. Comparación de los Resultados con los Antecedentes Investigativos

Los hallazgos obtenidos en el proyecto que se dio lugar en la comunidad de Alto Pino ubicado en el departamento de la Guajira Colombia dieron como resultados una realidad que coincide ampliamente con los estudios revisados en el marco teórico. Uno aspecto relevante es el acceso a la energía eléctrica en la comunidad es precaria, deficiente intermitente e insuficiente.

En esta realidad fue similar a los problemas de energía eléctrica que enfrentaba la comunidad descrita por (Gomis Bellmunt, 2021) sostiene que, en áreas rurales dispersas, la ampliación de la red eléctrica nacional no siempre representa una alternativa viable. En el caso de la comunidad Alto Pino, aunque la gran mayoría de las viviendas del sector contaban con algún tipo de conexión a la red, no se garantiza un suministro energía, constante, seguro y de calidad. Esto es muy similar a los problemas de energía eléctrica que enfrenta la comunidad descrita por (Quiroz, 2018) en Ecuador, donde la falta de electricidad generar un impacta en las actividades diarias.

En la comunidad Alto Pino, el 95% de los encuestados manifestó que una fuente energética más estable mejoraría aspectos esenciales como la iluminación o el uso de electrodomésticos.

En otro orden de ideas la buena aceptación de la implementación de paneles solares en la comunidad fue significativa. El 72,5% de la población encuestada expresaron su disposición a utilizar energía solar en sus hogares, lo que se relaciona con investigaciones como las de (Mera Bravo J. P., 2024) Y (Suárez, 2021) que demostraron que una vez que las comunidades entienden los beneficios de estas tecnologías, reconocerán su potencial para reducir costos y mejorar sus condiciones de vida

Hay que mencionar además que este proyecto cuento con el respaldo de la normativa colombiano, especialmente en la (CongresodeColombia., 2014), que fomenta y promueve el uso de energía no convencionales y contemplan incentivos fiscales para su puesta en marcha. Dicha legislación ha sido fundamental en otros proyectos similares, como el realizado en Tocaima (Olaya, 2019), o en el Caserío de (Gaona Mulatillo, 2023) y se posiciona como un apoyo clave para replicar este tipo de iniciativas.

Además, se evidencio una clara relación entre el déficit energético y el rezago socioeconómico, una constante también abordada por estudios internacionales en países como México, Tailandia o Etiopía, lo que reafirma que el acceso a la energía es un pilar del desarrollo rural.

6.2. Alcance e Incidencia del Proyecto en el Área de Estudio

La propuesta implementada en la comunidad Alto Pino no solo evidenció el potencial de los sistemas solares en contextos rurales, sino que también aportó significativamente al conocimiento en áreas como el desarrollo comunitario, la sostenibilidad ambiental y la innovación tecnológica.

6.2.1. Repercusiones sociales

El análisis investigativo del proyecto llego a la conclusión que fortalecer y optimizar el acceso al fluido eléctrico contribuye significativamente en el bienestar de la comunidad. Contar con un suministro eléctrico estable, refuerza la seguridad durante la noche, contribuye a una mejor conservación de alimentos y medicamentos, y, en conjunto, mejora la calidad de vida. Esta tendencia ya ha sido observada en otros casos como en Manabí (Mera Bravo J. P., 2024) Y (Olaya, 2019)

6.2.2. Repercusiones económicas

El aprovechamiento del uso de energía solar logro reducir los costos del servicio eléctrico a largo plazo, debido que es una inversión inicial alta que se vio reflejada con el tiempo más sin embargo la puesta en marcha del uso de esta energía impulso la creación de pequeñas actividades productivas y generar empleos en instalación y mantenimiento preventivo y correctivos de estos sistemas. Según la (Upme, 2023) cada megavatio de energía solar podría generar más de 50 empleos directos, lo que representa una oportunidad económica importante para zonas como La Guajira.

6.2.3. Repercusiones ambientales

Los diferentes beneficios del uso de la energía renovable no convencionales como la energía fotovoltaica fueron crucial en la reducción de las emisiones de gases contaminantes debido a que estas fuentes limpias y sostenibles no generan dióxido de carbono a la atmosfera, lo que ayudo porcentualmente a disminución del cambio climático, teniendo en cuenta que no requiere un proceso de extracción agresivos, ni generan residuos tóxicos, no se agotan con su uso, no generan vertimientos contaminantes, lo que previene la degradación de suelos y cuerpos hídricos y mejorar la calidad del aire. De acuerdo con (CongresodeColombia., 2014), estos sistemas pueden prevenir millones de toneladas de CO₂ anuales mitigando el impacto ambiental.

6.2.4. Repercusiones técnicas

El estudio y análisis del proyecto corroboró que el departamento de La Guajira presenta condiciones climáticas y geográficas excepcionalmente favorables para la generación de energía solar fotovoltaica. Esta región se diferencia por registrar uno de los niveles más altos de irradiación solar en Colombia, lo que la posiciona como un territorio estratégico para el desarrollo de proyectos de energía renovable, energía limpia, energía no convencionales y sostenibles. La disponibilidad constante de horas de sol a lo largo del año, además su topografía mayoritariamente plana y el nivel mínimo de lluvias facilitan el montaje y el anclaje de estructuras de soporte para los paneles solares, todo esto facilita una producción energética eficiente y sostenida, lo que representa una ventaja significativa en términos de operación y rendimiento de los sistemas solares. A pesar de este alto potencial, la región ha enfrentado muchas limitaciones eléctricas, la complejidad de los licenciamientos ambientales, la falta de políticas públicas concretas todo esto ha generado que se presente una dificultada para su aprovechamiento pleno.

6.2.5. Repercusiones institucionales

La investigación evidencio un desfase entre la capacidad de generación y la implementación real de proyectos. Aunque La Guajira cuenta por su ubicación y territorio con una ventaja estratégica el número de iniciativas implementación en la región sigue siendo

reducido en comparación con otras áreas del país. Esta diferencia revela la necesidad de fortalecer la gestión institucional y las políticas públicas en la región.

6.3. Líneas de Investigación Futuras

A partir del trabajo desarrollado, se identifican nuevos temas que podrían enriquecer el conocimiento sobre energías renovables y electrificación rural:

6.3.1. Mantenimiento y sostenibilidad.

La sostenibilidad de los sistemas fotovoltaicos depende de la implementación de procesos adecuados de mantenimiento y gestión comunitaria. En este sentido, surge la pregunta

¿Qué procesos permitirían que los sistemas fotovoltaicos en las comunidades Alto Pino se mantenga a lo largo de los años?

¿De qué manera puede capacitar a la población para que realicen actividades de mantenimiento preventivos y correctivos a los equipos?

¿De qué manera influye el suministro eléctrico en el rendimiento académico de los estudiantes de la comunidad al tener un suministro constante de energía?

¿De qué manera influye positivamente la calidad de los servicios de salud en la población al implementar energía solar?

¿Cuáles son los costos y beneficios relativos de extender la red eléctrica nacional en comparación con la implementación de soluciones fotovoltaicas autónomas?

7. RECOMENDACIONES

Para extender el impacto del proyecto y abordar nuevos temas que permitan expandir el potencial del análisis del proyecto futuros, se abordarían nuevas líneas de estudio como son el análisis del impacto económico a largo plazo en los habitantes de la comunidad, esto con el fin de evaluar el crecimiento socioeconómico de la comunidad cinco años después de la implementación de los sistemas fotovoltaicos, identificando cambios en la calidad de vida, el acceso a servicios y el desarrollo local y como todo estos avances afectan directamente e indirectamente a otras comunidades del departamento de la Guajira. También otra línea de estudio relevante es el análisis de las licencias ambiental, los conflictos socio-territoriales con comunidades indígenas, y la necesidad de políticas públicas. También, resulta pertinente examinar la integración de otras tecnologías sostenibles, como la energía eólica, aprovechando que el departamento de La Guajira presenta condiciones geográficas excepcionales, con vientos constantes y fuertes que podrían complementar la producción de energía teniendo en cuenta que los paneles solares se recargan en las primeras horas del día y las turbinas eólicas aprovecharían los vientos que suele incrementarse en las hora de la tardes y noche, estos dos sistemas fortalecería fortaleciendo un sistemas mas completo con más alcance y más constante.

REFERENCIA

Alan, B. (1988). Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/427158225/1-1-Bryman-pdf>

Alexis, V. (30 de 08 de 2025). *Colombiana, Energía Solar*. Obtenido de <https://energiasolarcolombia.com/radiacion-solar/mapa-de-radiacion-solar-en-colombia/>

AutoSolar. (s.f.). *AutoSolar*. Obtenido de <https://autosolar.pe/energia-solar/beneficios-de-los-paneles-solares>

Avilés, J. A. (10 de 11 de 2020). *Diffusion of innovations*. Obtenido de <https://mip.umh.es/blog/2020/11/10/difusion-innovaciones-medios-claves-proceso/>

Colombia, A. (2022). *estado-de-la-energia- solar-en-colombia-3-proyectos-por-colombia*: <https://www.aescol.com/es/blog/estado-de-la-energia- solar-en-colombia-3-proyectos-por-conocer#:~:text=A%20finales%20del%20a%C3%B1o%20pasado,desde%20AES%20recibimos%20 con%20optimismo.>

Colombia, A. (08 de Agosto de 2024). *Apc Colombia*. Obtenido de Apc Colombia: <https://www.apccolombia.gov.co/comunicaciones/noticias/lanzamiento-del-proyecto-comunidad-energetica-de-paz-sol-de-perija>

Congresodecolombia. (1994). *Ley 142 de 1994*. Bogota: Gestor normativo.

Congresodecolombia. (2014). *Ley 1715 de 2014*. Bogota: Funcion Publica.

CongresodeColombia. (2014). *ey 1715 de 2014*. Bogota: Congreso de Colombia.

CREG. (2018). *Resolución CREG 030 de 2018*. Bogota: Gestor normativo.

DANE. (2018). *informacion fichas 44560*. Obtenido de informacion fichas 44560: <https://sitios.dane.gov.co/cnpv/app/views/informacion/fichas/44560.pdf>

Danna Rodríguez. (2020). Obtenido de Crudo Transparente: <https://crudotransparente.com/2021/04/14/potencial-de-energias-renovables-en-la-guajira-importancia-y-desafios-de-la-transicion-energetica/>

de Colombia, C. (2017). *Decreto 057 de 2017*. Bogotá: andi.

energytracker.asia. (12 de junio de 2024). Obtenido de energytracker.asia:
<https://energytracker.asia/global-energy-transition-index/>

Fenoge. (03 de 2023). Obtenido de chrome-
extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfefindmkaj/[https://fenoge.gov.co/wp-
content/uploads/2022/04/Anexo-3-Especificaciones-tecnicas.pdf?utm_source=chatgpt.com](https://fenoge.gov.co/wp-content/uploads/2022/04/Anexo-3-Especificaciones-tecnicas.pdf?utm_source=chatgpt.com)

Gaona Mulatillo, J. K. (2023). *Impacto de la energía solar fotovoltaica en las viviendas vernaculares del caserío Narihuala*. Peru: Catacaos. Catacaos.

Globalenergy. (30 de DICIEMBRE de 2021). Obtenido de Globalenergy:
[https://globalenergy.mx/noticias/alternativas/renovables/solar/brasil-mexico-chile-y-argentina-
generan-el-85-de-la-energia-solar-instalada-en-america-latina/](https://globalenergy.mx/noticias/alternativas/renovables/solar/brasil-mexico-chile-y-argentina-generan-el-85-de-la-energia-solar-instalada-en-america-latina/)

Gómez, M. C. (12 de 2020). Obtenido de Lectura de Economía:
[https://revistas.udea.edu.co/index.php/lecturasdeeconomia/article/view/338727?utm_source=ch
atgpt.com](https://revistas.udea.edu.co/index.php/lecturasdeeconomia/article/view/338727?utm_source=chatgpt.com)

Gomis Bellmunt, O. (DIEZ de ENERO de 2021). *upcommons*. Obtenido de
<https://upcommons.upc.edu/entities/publication/f6ce6399-d998-4055-901f-6ba253e4182c>

Gomis-Bellmunt., N.-B. &. (2021). *Acceso a la electricidad y desarrollo rural*. Colombia:
CienciAmérica.

Guerrero Calero, M. (23 de 03 de 2023). *Repositorio Digital UNESUM*. Obtenido de
https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4867?utm_source=chatgpt.com

Harol Kerzner. (2017). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling*. Obtenido de [https://pmi-
mad.org/index.php?option=com_content&view=article&id=594:doctor-harold-kerzner-el-
visionario-y-sabio-guru-del-project-management-algo-esta-cambiando-en-la-direccion-de-
proyectos&catid=231:direccion-de-proyectos&Itemid=468](https://pmi-mad.org/index.php?option=com_content&view=article&id=594:doctor-harold-kerzner-el-visionario-y-sabio-guru-del-project-management-algo-esta-cambiando-en-la-direccion-de-proyectos&catid=231:direccion-de-proyectos&Itemid=468)

HelioEsfera. (05 de 05 de 2024). Obtenido de [https://www.helioesfera.com/diagrama-
sistema-fotovoltaico/](https://www.helioesfera.com/diagrama-sistema-fotovoltaico/)

Hernández Sampieri, R. M. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de Mexico: McGraw-Hill.

Indepaz. (10 de Agosto de 2023). Obtenido de <https://indepaz.org.co/cartografia-de-los-proyectos-de-energia-solar-en-colombia-por-carlos-e-espitia-cueca/>

Ini, L. (03 de 07 de 2024). *PV Magazine*. Obtenido de https://www.pv-magazine-latam.com/2024/07/03/colombia-alcanza-los-1-193-mw-de-capacidad-instalada-fotovoltaica/?utm_source=chatgpt.com

Ipse. (s.f.). Obtenido de Ipse: <https://ipse.gov.co/cnm/caracterizacion-de-las-zni/>

IPSE. (Abril de 2023). *Caracterización Energética de las ZNI*. Obtenido de Caracterización Energética de las ZNI: <https://ipse.gov.co/cnm/caracterizacion-de-las-zni/>

Jacobson, M. Z. (2009). *Review of solutions to global warming, air pollution, and energy security*. California: Energy & Environmental.

Mera Bravo, J. P. (2024). *Factibilidad para la electrificación rural con tecnología fotovoltaica*. Digital publishe.

Mera Bravo, J. P. (2024). *Factibilidad para la electrificación rural con tecnología fotovoltaica*. New York: Digital publisher.

MINENERGIA. (2024). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE*. Bogota: MINENERGIA.

Minenergía. (20 de junio de 2025). Obtenido de Minenergía: <https://minenergia.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias-index/alianza-entre-minenerg%C3%ADa-y-grupo-de-energ%C3%ADa-bogot%C3%A1-para-impulsar-la-transici%C3%B3n-energ%C3%A9tica-en-la-guajira/>

Nostresol. (10 de Julio de 2023). Obtenido de Nostresol: <https://nostresol.com/el-impacto-social-de-la-energia-solar-empoderando-comunidades-y-generando-empleo/>

Olaya, L. V. (2019). *GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE SISTEMAS HÍBRIDOS PARA EL SECTOR RURAL DEL MUNICIPIO DE TOCAIMA, COLOMBIA*. Tocaima: 2do.

PMBOK®. (2021). *A guide to the project management body of knowledge*. Pensilvania: Project Management Institute.

Quintero, A. M. (08 de Agosto de 2020). *Insolar*. Obtenido de Insolar:
<https://www.insolar.com.co/radiacion-solar-en-colombia/>

Quiroz, A. M. (2018). *Estudio de la Eficiencia de los sistemas* . RIEMAT.

Rincón Mejía, P. H. (2018). *Energía solar en Colombia: Avances y perspectivas*. bogota: Universidad Nacional de Colombia.

Sachs, J. D. (11 de 07 de 2017). *Revista Semana*. Obtenido de
<https://www.semana.com/nacion/articulo/jeffrey-sachs-sugiere-a-colombia-enfocarse-en-energias-limpias/532142/>

Satelital, M. (s.f.). *Mapa satelital*. Obtenido de <https://mapcarta.com/es/19725756>

shutterstock. (2025). Obtenido de <https://www.shutterstock.com/es/search/wayuu-houses>

Sostenible, O. d. (2015). <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>. Nueva York: www.un.org.

SSPD. (2019). *Diagnóstico de la prestación del servicio de energía eléctrica ZNI -2019*. Obtenido de Diagnóstico de la prestación del servicio de energía eléctrica ZNI -2019:
https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/diagnostico_de_la_prestacion_del_servicio_zni_-_07-11-2019-lo_1%20%281%29.pdf

Suárez, J. L. (2021). *Análisis de factibilidad para la implementación de sistema solar fotovoltaico en vivienda social*. Bogota: ProSciences.

Umpe. (2005). *Atlas Radiacion Solar*. Obtenido de Atlas Radiacion Solar:
https://www.upme.gov.co/Docs/Atlas_Radiacion_Solar/2-Mapas_Radiacion_Solar.pdf

Upme, U. d. (2023). *Informe de potencial energético en zonas no interconectadas*. Bogota: Ministerio de Minas y Energía.

Uribe, J. (02 de 06 de 2025). Obtenido de Caracol Radio:
https://caracol.com.co/2025/02/06/este-es-el-proyecto-fotovoltaico-que-abastece-de-electricidad-a-160-comunidades-indigenas-de-manaure/?utm_source=chatgpt.com

Urrego, A. (17 de 06 de 2021). Obtenido de La Republica:
https://www.larepublica.co/economia/las-fuentes-de-energia-no-convencionales-generaran-mas-de-1000-mw-a-final-de-2021-3186172?utm_source=chatgpt.com

ANEXO

Anexo 1. Registro Fotográfico de la comunidad Alto Pino.

El presente anexo constituye el registro fotográfico las condiciones actuales de las viviendas de la comunidad alto pino del departamento de La Guajira, Colombia. En este documento visual se evidencia la falta de infraestructura eléctrica en las edificaciones.

Anexo 1.1 Registro Fotográfico de la comunidad Alto Pino. (shutterstock, 2025)







Anexo 2 Especificaciones Técnicas

El presente anexo constituye los requerimientos técnicos para los componentes fotovoltaicos varían según el equipo, pero en general, los paneles deben cumplir normas de seguridad y durabilidad, los inversores deben convertir eficientemente la CC a CA a la frecuencia adecuada, y las estructuras deben ser resistentes a las condiciones climáticas y permitir una orientación óptima, generalmente de aluminio o acero galvanizado, siguiendo normativas como la NTC 5832. Es crucial consultar la normativa local, como el RETIE y las NTC colombianas, para garantizar la seguridad y el buen funcionamiento del sistema.



ANEXO- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MÍNIMAS

1 Normas y códigos aplicables

Las características técnicas de los equipos, materiales e instalaciones deben cumplir con los requisitos técnicos establecidos en este Anexo, la reglamentación técnica descrita en las resoluciones de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), los lineamientos ambientales y de carácter legal a que haya lugar; se deberán considerar también las modificaciones vigentes a estas publicaciones, en la fecha de ejecución de los diseños y la construcción de las obras. La adopción de normas específicas para cada equipo o instalación deberá ser tal que con su aplicación no se incumpla en ningún caso el Código de Redes, ni los reglamentos técnicos que expida el Ministerio de Minas y Energía-MME. En caso de discrepancia entre lo definido en este documento y lo definido por la normatividad vigente, primará el requisito más exigente. De forma general, todos los equipos y materiales a suministrar deben cumplir con las normas aplicables y códigos publicados por las instituciones que se relacionan a continuación, según aplique.

ICONTEC Instituto Colombiano de Normas Técnicas.
NTC Norma Técnica Colombiana.
NEC National Electrical Code
IEC International Electrotechnical Commission.
RETIE Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.
IEEE The Institute of Electrical and Electronics Engineers.
UL Underwriters Laboratories
CREG Comisión de Regulación de Energía y Gas

El Código o norma a que se refiera en esta especificación, significará el código o norma en su última revisión o modificación. Suministros, fabricación y/o pruebas realizadas basadas en otras Normas internacionales equivalentes, podrían ser aceptadas, siempre que ello sea acordado y establecido por escrito con el Contratante. Si el Proponente desea utilizar otros Códigos o Normas distintos a los señalados en esta especificación, deberá incluir en su cotización información suficiente para que el Contratante evalúe la aplicabilidad de dichos códigos o normas.

2 Características Generales de las Obras

FENOGGE
Bogotá, Colombia

GOS-GD-FO-12
V.1



2.1 Condiciones Generales

Los equipos, componentes y materiales, incluidos en el suministro e instalación, serán nuevos, de primera calidad, contar con certificado de producto RETIE y adecuados para dar cumplimiento y/o superar los requerimientos especificados y deberán corresponder a diseños normales del fabricante, con los cuales se tenga experiencia completamente satisfactoria, en usos y condiciones similares a las especificadas en este documento. Este requerimiento incluye el cumplimiento de los valores y características operacionales especificadas, disponibilidad, confiabilidad, calidad de los materiales, durabilidad del equipo en general, facilidades para mantenimiento, reparación, etc.

En el suministro e instalación no deberán omitirse partes o componentes requeridos, excepto los que sean específicamente señalados en estas especificaciones y/o en las Especificaciones Técnicas de los equipos.

Los equipos y componentes, en general, deberán ser diseñados para una operación continua y prolongada y en condiciones climáticas propias de la zona y de manera segura, teniendo especial consideración en las facilidades para su operación, inspección, limpieza, mantenimiento y reparación, de acuerdo con las condiciones de altura, climáticas y ambientales del lugar de instalación, las características particulares del sistema eléctrico para el cual prestarán servicio, la seguridad de las personas y la integridad física de los equipos e instalaciones.

2.2 Condiciones de Servicio

2.2.1 Condiciones de Operación

Los equipos deberán ser diseñados para operar sin limitaciones, a plena capacidad, en las condiciones ambientales, de altitud y humedad relativa existente en el lugar de instalación y en concordancia con las características del sistema eléctrico indicadas en el presente documento, y otros requerimientos particulares establecidos en las Especificaciones Técnicas de los equipos.

2.3 Características Constructivas

2.3.1 Galvanizado

Para los elementos galvanizados, el Contratista deberá suministrar con las especificaciones los métodos de galvanizado serán empleados cuando así se solicite. El galvanizado debe cumplir con las prescripciones de la publicación ISO 1459: "Metallic coatings protections against corrossion by hot dip galvanizing-Guiding principles", o equivalente.



2.3.2 Protección de Superficies

Todos los equipos y materiales de uso exterior serán diseñados e instalados de modo tal que no se produzca acumulación de agua en ninguna de sus partes y degradación por oxidación.

No se permitirá el uso de fundición de acero en piezas de equipos que se encuentren bajo tensión, o que estén sometidas a impactos.

Especial precaución se deberá tomar en la selección y/o protección de los componentes, para prevenir fenómenos de corrosión.

Todas las manillas, manivelas, botones u otro tipo de dispositivo similares, estarán provistos de una protección adecuada al ambiente en que se encuentren.

2.3.3 Marcas y placas de identificación de equipos

Todas las placas de identificación de uso exterior, serán de material resistente a la corrosión y de color permanente, que no sufra degradación por la exposición a la radiación solar.

Los equipos y cada elemento y/o dispositivo que forme parte de un equipo deberá ser identificado con una placa permanente, grabada en forma indeleble, con el nombre y número de serial asignado por el fabricante, escrita en número o código de barras. El material de las placas de identificación, como así mismo su contenido, será sometido a la aprobación del Supervisor. Dichas placas deberán ser fijadas por medio de remaches o pegamento adecuado al medio ambiente.

Adicionalmente se proveerán otras placas de identificación, en el interior y/o la parte frontal de los gabinetes, para identificar dispositivos, funciones, posiciones, cargas servidas, clase de protección IP e IK, etc., de acuerdo con los requerimientos del Supervisor y los planos correspondientes.

Cada equipo y/o componente dispondrá de una placa de características del equipo, la que será de acero inoxidable, e incluirá por lo menos la siguiente información:

Si es de tipo eléctrico

- Marca, tipo, modelo, N° de serie y año de fabricación.
- Tensión de servicio.
- Clase de voltaje de aislamiento.



- Frecuencia de operación.
- Capacidad nominal (A, kVA, etc., según corresponda).
- Manual y/o catálogo de servicio.
- Otros datos según sea pertinente

Si es de tipo mecánico

- Marca, tipo, modelo, N° de serie y año de fabricación.
- Manual y/o catálogo de servicio.
- Otros datos según sea pertinente.

El alambrado interno de los equipos y componentes, como así mismo los cables de interconexión, deberán identificarse en ambos extremos, indicando el punto de conexión en la bornera o terminal del equipo o componente y el nombre del dispositivo y número de borne del extremo opuesto del conductor.

Las placas indicativas de "PELIGRO" deben tener una flecha negra en forma de rayo sobre fondo amarillo y todas las advertencias de peligro deben estar en letras negras, en conformidad con la Publicación ISO 3864: "Safety colours and safety signs".

2.3.4 Sistema de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra deberá instalarse de acuerdo a las especificaciones técnicas del RETIE y NTC2050. La estructura del generador y los marcos metálicos de los módulos estarán conectados a una toma de tierra, que será la misma que la del resto de la instalación.

Se realizará la debida puesta a tierra del gabinete de protecciones, del inversor, de la estructura soporte del generador fotovoltaico y de los módulos fotovoltaicos, unidos a una misma pica a tierra para guardar la equipotencialidad de la instalación.

2.3.5 Módulos fotovoltaicos

Su ubicación, orientación e inclinación se deberá realizar de acuerdo con el diseño aprobado por el supervisor del contrato. En cualquier caso, se debe minimizar que el arreglo de módulos fotovoltaicos reciba sombras que afecten su funcionamiento.



2.3.6 Inversores

Los inversores se deberán ubicar en un lugar adecuado, siguiendo las recomendaciones del fabricante, asegurándolo de tal forma que no se generen vibraciones mecánicas durante su operación.

2.3.7 Estructura Soporte

Durante la etapa de replanteo el contratista, deberá determinar el tipo de estructura para soportar los módulos solares dependiendo de las condiciones específicas de cada vivienda. Tendrá las dimensiones adecuadas según el peso de módulos y los esfuerzos dinámicos del viento que va a soportar, y debe ser de tipo poste.

- a) Material: Acero galvanizado al caliente o aluminio.
- b) Normativa: La estructura que soporta los módulos solares debe dar cumplimiento a la norma NSR 10 y/o NTC 5832 (para estructuras de acero).
- c) Tipo poste.

2.3.8 Instalación Eléctrica

La instalación eléctrica y el montaje de la instalación fotovoltaica debe hacerse conforme la normativa nacional aplicable (RETIE, NTC 2050), la sección 690 del National Electrical Code - NEC, y siguiendo las recomendaciones de los fabricantes de los equipos a instalar. La instalación debe ser realizada por un profesional competente, quien debe declarar el Cumplimiento del RETIE (Numeral 20.25). Por otra parte, la totalidad del material eléctrico a instalar debe contar con Certificación de Producto de conformidad con RETIE emitida por un organismo acreditado.

2.3.9 Precauciones contra incendio

La fabricación de los aparatos, su disposición, conexiones y cableado interno debe ser de tal manera que los riesgos de incendio y por consiguiente los daños en las instalaciones, sean mínimos. El Contratista será responsable de sellar en forma adecuada todos los orificios en el equipo que suministra, a través de los cuales pasen cables y de protegerlos contra daños mecánicos o incendio en los lugares donde queden expuestos.

3 Especificaciones Técnicas Equipos

Los equipos por suministrar para el proyecto deberán cumplir como mínimo con:



1. Certificación de producto expedida por organismos acreditados. Si la certificación es expedida en Colombia deberá ser bajo RETIE, pero si la certificación es expedida en el extranjero deberá ser bajo una norma técnica equivalente al RETIE tal como IEC 61215, IEC 61730 o UL 1703 para módulos solares fotovoltaicos.

Nota: En caso de presentar otra certificación la misma deberá ser avalada previamente por la supervisión del contrato.

2. La selección de los equipos a utilizar en cada una de las soluciones deberá estar debidamente soportada en el diseño.
3. Las especificaciones técnicas de los equipos a suministrar se deberán soportar mediante fichas técnicas emitidas por el fabricante.

Estas especificaciones están basadas en el documento "Proyectos tipo – Instalación de sistemas solares fotovoltaicos individuales en zonas no interconectadas" del Departamento Nacional de Planeación, 2020.

3.1 Módulos Solares Fotovoltaicos:

Los módulos deben contar con excelente rendimiento en condiciones con poca luz, alta durabilidad en condiciones de niebla salina y capacidad para resistir cargas de viento de hasta 2400 pascales.

- a) En condiciones estándares de prueba (STC "Standard Test Conditions") de irradiación de 1.000 [W/m²] en el espectro AM 1,5 a una temperatura de celda de 25°C, los módulos deberán cumplir como mínimo los parámetros técnicos establecidos en las normas IEC 61215 e IEC 61730 o su similar internacional reconocida por la ONAC, que reglamentan los procesos constructivos y garantizan estándares de calidad. Deben tener certificado de conformidad de producto expedido por un organismo de certificación acreditado. Cumplir normativa NTC 4405, norma NTC 2883 de 2006, norma NTC 5464 de 20120.
- b) Eficiencia (η) \geq 20% condiciones técnicas estándar (STC).
- c) Los módulos deberán contar con una garantía de producción de energía a 12 años del 90% y del 80% a 25 años.
- d) Potencia = 400 W¹
- e) Caja de protección de uniones IP 68.

¹ El valor de la potencia pico de los paneles se puede modificar en función de la disponibilidad del mercado, no obstante se debe conservar la potencia total mínima del Sistema solar FV de 800 Wp.



3.2 Inversor de onda pura:

Inversor sinusoidal de onda pura, de potencia 1000W, 24 VDC, 120 VAC ($\pm 3\%$), 60Hz ± 0.3 Hz, con las siguientes especificaciones mínimas:

- a) Voltaje nominal de entrada: 24V.
- b) Voltaje nominal de salida: 120 V.
- c) Potencia nominal de operación: 1000 W.
- d) Potencia pico: 2000 W.
- e) Eficiencia en línea $\geq 90\%$.
- f) Normas aplicables: EN 62109-1:2010, IEC 61000-6-1
- g) Frecuencia de operación: 60 Hz.
- h) Contar con protección contra descarga del banco de baterías. Es decir, el inversor debe ser capaz de desconectar los consumos al detectar un bajo nivel de tensión o bajo estado de carga del banco (alrededor de 30%). La reconexión de consumos debe configurarse para cuando se alcance al menos 70%.

Funciones mínimas de protección del inversor

- i) Cortocircuito de salida
- j) Sobrecarga
- k) Tensión de la batería demasiado alta
- l) Tensión de la batería demasiado baja
- m) Temperatura demasiado alta
- n) Ondulación CC demasiado alta
- o) Contar con modo de operación "Stand By" o equivalente (búsqueda, ahorro), durante el cual, el inversor consumirá el mínimo posible, al no detectar cargas conectadas. Este consumo debe ser igual o menor a 20W.
- p) Contar con interruptor de encendido y apagado para dejar al inversor fuera de operación cuando no se requiera su utilización por tiempos prolongados.

3.3 Baterías

Batería de litio-Ion de ciclo profundo de 120 Ah - 24 VDC, 3650 ciclos de vida hasta 80% DOD, Energía disponible nominal 2300 Wh, Rango de temperatura en operación en carga 0-45°C, con las siguientes especificaciones mínimas:

- a) Capacidad de energía Nominal: 120 Ah.
- b) Tecnología= Litio.
- c) Ciclos de vida: 3650 al 80 % DoD.

FENOGGE
Bogotá, Colombia

GOS-GD-FO-12
V.1



- d) Profundidad de Descarga: hasta un 80% de DOD.
- e) Autonomía: 24 horas.
- f) Se debe cumplir la Norma IEC 61427-1: Secondary cells and batteries for renewable energy storage - General requirements and methods of test - Part 1: Photovoltaic off-grid application y IEC 61427-2: Secondary cells and batteries for renewable energy storage - General requirements and methods of test - Part 2: On-grid applications; las cuales si cubren en su totalidad las baterías utilizadas en sistemas fotovoltaicos. La NTC 5287 de 2009 sobre Celdas secundarias y baterías para sistemas solares fotovoltaicos.

3.4 Controlador de carga

Controlador de Carga, 40A/24V MPPT Solar, voltaje de entrada de circuito abierto de 150 Vdc, eficiencia $\geq 98\%$, con las siguientes especificaciones mínimas:

- a) Corriente de carga nominal=40 A.
- b) Entradas MPPT= 1.
- c) Voltaje de entrada de la batería = 8V-32V.
- d) Voltaje de circuito abierto = 150 Vdc.
- e) La normatividad aplicable corresponde a las Normas IEC 62109-1:2010 Safety of power converters for use in photovoltaic power systems - Part 1: General requirements, NTC2183: 2014 Artefactos electrodomésticos y similares. Seguridad. Parte 1: Requisitos Generales, adoptada de la norma IEC 60335-1:2010 Household and similar electrical appliances - Safety - Part 1: General requirements, incluida su Adenda 1:2013., NTC6016: 2013 Controladores de carga de batería para instalaciones fotovoltaicas. Comportamiento y rendimiento, adoptada de la norma IEC 62509:2010 Battery charge controllers for photovoltaic systems - Performance and functioning. • IEC 60730-2-11:2006, "Automatic electrical controls for household and similar use - Part 2-11: Particular requirements for energy regulators", adoptada bajo la NTC 5818 "Dispositivos de control eléctrico automático para uso doméstico y análogo. Requisitos particulares para reguladores de energía • IEC 61683-2001 Photovoltaic systems - Power conditioners - Procedure for measuring efficiency, adaptada bajo la NTC5759, 2010 sobre Sistemas Fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.

3.5 Medidor de Energía

Medidor prepago monofásico con sistema de gestión de recaudo. Incluye equipos de comunicación offline. Con las siguientes características específicas mínimas:

- a) Medidor de energía prepago monofásico bifilar 120v 5(80)A-PLC- PPKW 1F2H PLC R.

FENOGGE
Bogotá, Colombia

GOS-GD-FO-12
V.1



- b) Transmisor satelital para servicios isatData pro M2M.incluye Antena.
- c) Gateway concentrador Zigbee incluye mástil y antena.
- d) Corriente de operación: 5 Amp o Frecuencia: 50/60Hz.
- e) Potencia Inversa.
- f) Protección de Sobrecarga o Protección de Cero Carga.
- g) Detección de SRE (Signific Reverse Energy).
- h) Vida útil: 10 años.
- i) Interfaz Zigbee/Lorawan RS232.

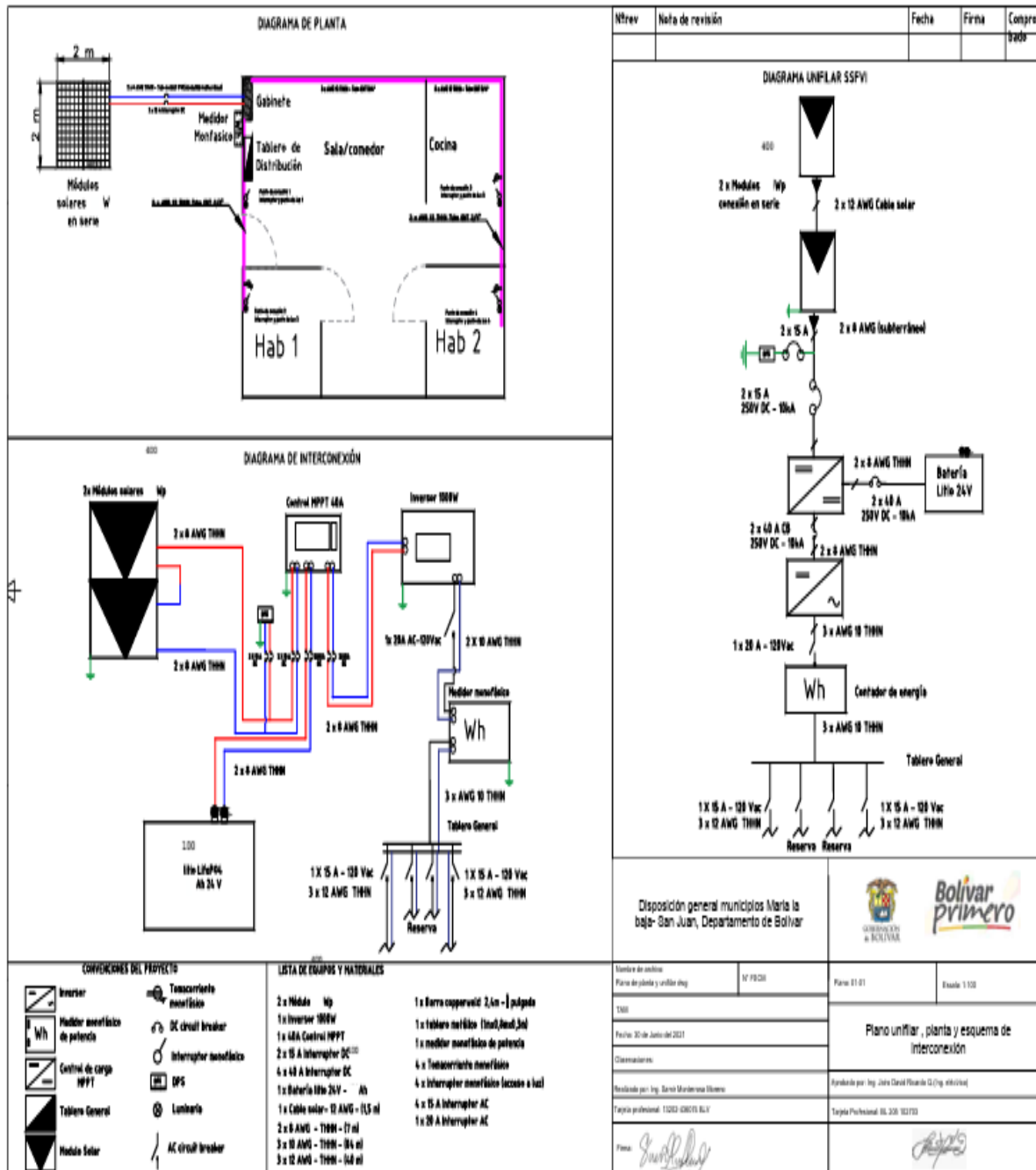
3.6 Instalaciones eléctricas internas

Es necesario realizar un esquema tipo de instalación en el cual deben incluirse los siguientes elementos: Un tablero de distribución monofásico con dos interruptores monofásicos. Un circuito para tomas e iluminación y el otro para los equipos y tomas de cocina. El tablero debe cumplir con las disposiciones de la Norma ICONTEC 2050 y del RETIE entre las cuales se encuentran: apoyo firme, nivelado, cableado, uso del código de colores para diferenciar el conductor de fase con los de neutro y tierra y deberá ser accesible, siempre garantizando las distancias mínimas y las atura de instalación de estos equipos eléctricos.

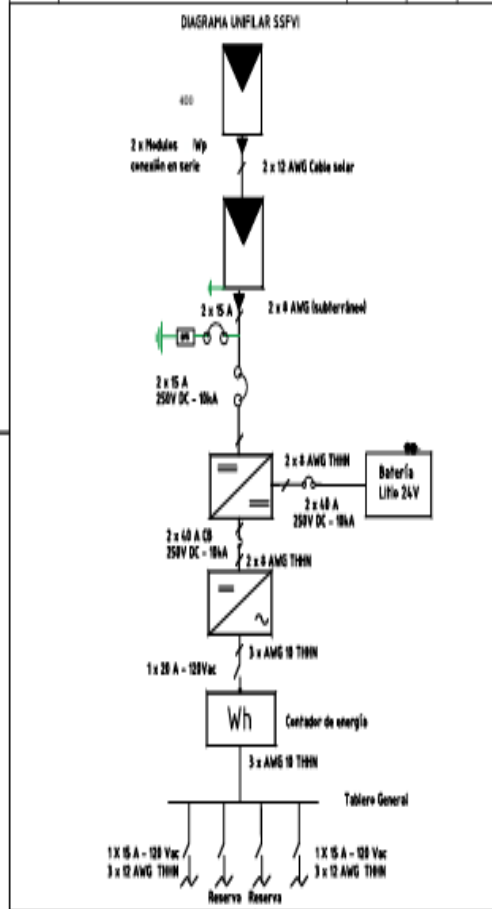
El tablero será alimentado desde el medidor a través de conductores Calibre 10 AWG y tubería EMT en zonas no expuestas a la intemperie, se utilizará tubería IMC para los tramos expuestos a la intemperie y en tubería PVC para tramos subterráneos.

Toda la tubería dispuesta para las salidas eléctricas deberá ser en tubería tipo EMT, cumpliendo las exigencias del RETIE, en general así:

- a) Las tomas deben instalarse a una altura mínima de 30 cms.
- b) El calibre de los conductores para tomacorrientes debe ser en calibre No 12 AWG.
- c) El calibre de los conductores para las salidas de alumbrado debe ser en No 12 AWG.
- d) Todas las cajas metálicas y canalizaciones metálicas deben estar sólidamente aterrizadas.
- e) Cada circuito debe tener su línea de neutro y de tierra independiente.





Nºrev	Nota de revisión	Fecha	Firma	Compro- bado



Disposición general municipios María la baja- San Juan, Departamento de Bolívar



Nombre de archivo	17 FIC04	Folio 01 01	Escudo 1 102
Plano de planta y unificar diag			
1300			
Fecha: 30 de Junio del 2021			Plano unifilar, planta y esquema de interconexión
Clasificación:			
Realizado por: Ing. David Mardones Villano			Revisado por: Ing. Juan David Florez G (Ing. abcd/eng)
Tarjeta profesional: 12023-000155-BLV			Tarjeta Profesional: 04.208-02703
Firma: 			

Anexo 3 Matriz de Responsabilidades

Matriz de Responsabilidades								
Proyecto:		Proyecto fotovoltaico en comunidad de Alto Pino- Manaure, La Guajira						
ID:		JUAN PABLO DURAN CRUZ						
EDT	Producto o Entregable	Interesados (Stakeholders)						
		Gerente del proyecto	Gerencia Calidad	Contabilidad	RRHH	Gerencia de Planeacion y seguimiento	Ingenieria	Direccion operativo
Código en la EDT	Nombre del entregable o producto	Asignar rol de acuerdo con el formato RACI	Asignar rol de acuerdo con el formato RACI	Asignar rol de acuerdo con el formato RACI	Asignar rol de acuerdo con el formato RACI	Asignar rol de acuerdo con el formato RACI	Asignar rol de acuerdo con el formato RACI	Asignar rol de acuerdo con el formato RACI
1	Estudio de mercado							
1.1	Informe de levantamiento (estado actual)	A	C	-	I	-	R	-
1.2	Definición de población objeto	A	C	-	-	R	I	-
2	Planificación							
2.1	Definición y delimitación de recursos	A	-	R	I	-	C	-
2.2	Realización de cronograma	C	-	-	-	A	R	-
2.3	Busqueda y selección de proveedores	A	-	-	R	-	-	-
3	Ejecucion							
3.1	Contratación de personal	A	-	I	R	-	-	-
3.2	Capacitación de personal	-	A	-	R	-	-	I
3.3	Asignación de actividades	-	I	-	-	A	-	R
3.4	Instalación de Sistemas Fotovoltaico	-	I	-	-	A	C	R
3.5	Pruebas funcionales a infraestructura instalada	-	I	-	-	A	C	R
4	Monitoreo y control							
4.1	Reuniones de seguimiento de cronograma del proyecto	I	A	-	-	R	-	-
4.2	Análisis de rendimiento	I	A	-	-	R	-	-
4.3	Almacenamiento de materiales e Inventario	-	-	A	-	I	-	R
5	Cierre							
5.1	Análisis de impacto en la comunidad objeto de obras	-	A	-	-	-	-	-
5.2	Balance económico del proyecto	A	I	R	-	C	-	-
5.3	Acta de cierre de contrato a conformidad	A	-	-	-	R	-	-

R = Responsable de la ejecución
 A = Aprueba
 C = Consultado
 I = Informado

Nota: debe haber un único responsable por cada elemento de la EDT
 Los demás roles se pueden asignar a más de una persona.
 No es necesario que para cada elemento de la EDT se asignen los cuatro roles.

Anexo 4 Cuadro de Presupuesto 40 Familia

Cuadro de Presupuesto 40 familia			
Descripción	Cantidad	Valor Unitario (COP)	Valor Total (COP)
Panel solar (300W–400W)	200	\$ 800.000	\$ 160.000.000
Inversor (convertidor de corriente)	40	\$ 630.000	\$ 25.200.000
Batería 400Ah	40	\$ 740.000	\$ 29.600.000
Regulador de carga	40	\$ 200.000	\$ 8.000.000
Estructura metálica para 5 paneles	40	\$ 1.325.000	\$ 53.000.000
Total estimado			\$ 275.800.000
5 paneles por cada casa			
1 inversor por cada casa			
1 batería 400Ah por cada casa			
1 regulador de carga por cada casa			
1 estructura metálica por cada casa			