

Emprendimiento energía fotovoltaica

Wilson Andrés Arévalo Nempeque

Asesor

Néstor Javier Rodríguez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básica Tecnología e Ingeniería ECBTI

Ingeniería Electrónica

2024

Dedicatoria

Primeramente, a Dios por bendecirme para que este sueño se hiciera realidad y por colocar en mi

camino tantas personas para que me enseñaran, guiaran y apoyaran en este proceso.

El logro de la culminación de mi carrera es el conjunto del esfuerzo y apoyo de mi familia y amigos, quienes me acompañaron en todo momento. Con sus palabras, consejos y ejemplos para

no rendirme.

Es por eso que expreso toda mi gratitud a mi mamá Luz María Nempeque, a mi papá Salomón

Arévalo, mis hermanas Martha, María Ruth y mi hermano Roby Nelsón.

A mi Alma Mater, maestros y tutores que a lo largo de este camino fueron bondadosos con sus enseñanzas guiándome y transmitiendo todo el conocimiento para poder culminar mi carrera.

Resumen

El presente proyecto de emprendimiento vinculado al Semillero de investigación en instrumentación y teleinformática – SIIT ofrece una solución energética fotovoltaica, para aquellas comunidades donde la energía eléctrica es costosa e inestable y poco amigable con el medio ambiente. Solución dada de acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación teórica, el estudio de campo, encuestas cuantitativas y de preguntas cerradas, lo que permitió segmentar consumidores, necesidades y recursos.

Una vez definida la necesidad del cliente, el emprendimiento traza como finalidad ofrecer el análisis, diseño, instalación y soporte, con una asesoría profesional que cumpla no solo con las expectativas del cliente, si no un posicionamiento de la empresa dentro del sector.

Ya con las características definidas y apoyado en los conocimientos sobre ingeniería electrónica se desarrolla el emprendimiento de cambiar la energía convencional por la energía fotovoltaica, justificado por ser más económica, estable y amigable con el medio ambiente, teniendo como marco de referencia la historia que ha llevado al hombre a evolucionar y plantear nuevas alternativas.

Para la presentación de esta solución se tuvo en cuenta un marco metodológico que abarca los procedimientos para obtener los indicadores y análisis de resultados que conlleva a presentar una solución viable.

Palabras clave: Renovable, Fotovoltaica, Clima, Invernadero, Carbono.

Abstract

This entrepreneurial project linked to the Instrumentation and Telecomputing Research Seedbed – SIIT offers a photovoltaic energy solution for those communities where electric energy is expensive and unstable and unfriendly to the environment. Solution given according to the results obtained in theoretical research, field study, quantitative surveys and closed questions, which allowed segmenting consumers, needs and resources.

Once the client's need is defined, the goal of the venture is to offer analysis, design, installation and support, with professional advice that meets not only the client's expectations, but also a positioning of the company within the sector.

With the characteristics defined and supported by knowledge about electronic engineering, the undertaking of changing conventional energy for photovoltaic energy is developed, justified by being more economical, stable and friendly to the environment, having as a frame of reference the history that has led man to evolve and propose new alternatives.

For the presentation of this solution, a methodological framework was taken into account that covers the *procedures* to obtain the indicators and analysis of results that lead to presenting a viable solution.

Keywords: Renewable, Photovoltaic, Climate, Greenhouse, Carbon.

Tabla de Contenido

Formulación de la Pregunta	11
Justificación	18
Justificación social	18
Justificación tecnológica	18
Justificación económica	18
Objetivos	19
Objetivo general	19
Objetivos específicos	19
Marco de referencia	20
Marco teórico	20
Marco conceptual	21
Marco histórico	22
Marco contextual	23
Marco legal	25
Marco metodológico	28
Tipo de investigación	28
Población	28
Definición conceptual	29
Estudio Técnico	30
Estudio Financiero	30
Estudio Legal	30
Definición operacional	30

	6
Medición de las variables	30
Análisis de resultados	32
Estudio técnico	32
Delimitación del Área de Estudio del Proyecto	32
Características del Área	33
Dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico	35
Estudio financiero	40
Estudio legal	41
Diseño del sistema fotovoltaico	43
Topología del proyecto	43
Constitución legal de la empresa	45
Lineamiento legal	45
Obligaciones tributarias	46
Conclusiones	47
Recomendaciones	49
Referencias bibliográficas	50

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Medición de Variables</i>	31
Tabla 2 <i>Cálculo para Hallar Cantidad de Paneles Solares</i>	36
Tabla 3 <i>Características Inversor</i>	39
Tabla 4 <i>Política Financiera</i>	40
Tabla 5 <i>Proyección de Inversión Final</i>	41

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Porcentaje que Representa Emisiones de CO2 en el Mundo</i>	11
Figura 2 <i>Evolución de las Emisiones de CO2 Procedentes de Combustibles Fósiles por Lugar</i>	12
Figura 3 <i>Países con Mayor Riesgo Climático</i>	13
Figura 4 <i>Tendencia Según Fuentes de Energía</i>	14
Figura 5 <i>Tendencia Según Fuentes de Energía</i>	15
Figura 6 <i>Coste del Megavatio (MWh) Generado por FV Comprado con Otras Fuentes de Electricidad</i>	16
Figura 7 <i>Mercados Solares FV 2.021 – 2.022</i>	17
Figura 8 <i>Datos Históricos Melgar</i>	24
Figura 9 <i>Plano Condominio Rio Bonito Reservado</i>	29
Figura 10 <i>Zona Melgar Tolima</i>	32
Figura 11 <i>Casa 10 Rio Bonito Reservado</i>	33
Figura 12 <i>Horas de Sol en Melgar</i>	34
Figura 13 <i>Recibo de Energía</i>	35
Figura 14 <i>Cálculo para Determinar Tipo de Regulador</i>	38
Figura 15 <i>Diagrama Solución FV</i>	43
Figura 16 <i>Diseño Final Solución FV</i>	44

Lista de Apéndices

Apéndice A <i>Homonimia Empresa</i>	54
Apéndice B <i>Formulario Unico Empresarial y Social RUES</i>	55
Apéndice C <i>Formulario Constitución de Sociedades por Acciones Simplificada (SAS)</i>	56

Introducción

El efecto invernadero producido por gases emitidos por la quema de combustibles, como son el CO₂ (Dióxido de carbono) y el CH₄ (metano), gases con los que se produce la energía eléctrica convencional, influyen sobre el cambio climático y la amenaza inminente que tenemos no solo sobre el desabastecimiento de los recursos naturales para producir energía, sino por la contaminación que puede llevar a la destrucción del planeta.

Motivo por el que cada día los gobiernos y la humanidad están concientizándose más sobre la necesidad de buscar alternativas que sigan ofreciendo los beneficios que da la energía, pero que a la vez sea un recurso amigable con el planeta, es así como en esta búsqueda encontramos la energía fotovoltaica.

Para desarrollar proyectos con esta energía se requiere de ciertas características, las cuales territorios como el municipio de Melgar Tolima son propicios, tanto por su clima como por la problemática de el alto costo y de la recurrente inestabilidad energética que tienen con la energía convencional, lo que lleva a contemplar otras alternativas como las energías limpias.

Formulación de la Pregunta

Algunos puntos clave sobre el tema, es vislumbrar la necesidad de la población, recursos y las alternativas. Una vez identificados estos puntos se parte de la pregunta:

¿Cómo puede seguir teniendo el mismo beneficio energético, pero de una forma más amigable con el medio ambiente?, interrogante que se va despejando a lo largo de este proyecto.

(Figura 1) Se puede observar que Países como China, Unión Europea, India y Estados Unidos emiten un 57.31% de CO₂, mientras que en el resto del mundo se emite un 42.69%, a pesar de que Estados Unidos ha intentado bajar esta emisión de gases no ha sido suficiente.

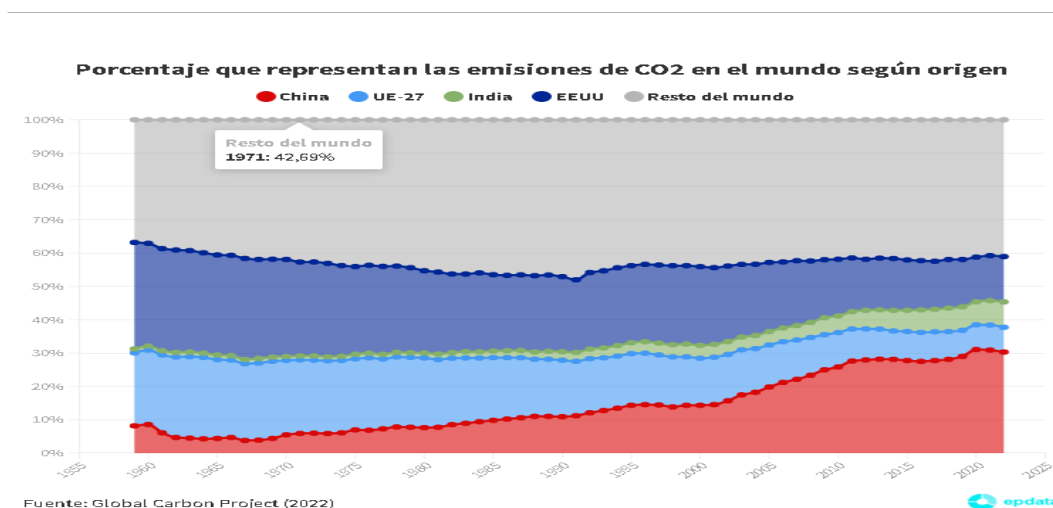
El grupo - resto del mundo, donde está ubicada Colombia, también va en aumento el porcentaje de emisión de CO₂, lo cual representa un amplio campo de trabajo para aplicar energías renovables.

Figura 1

Porcentaje que Representa Emisiones de CO₂ en el Mundo

El cambio climático, en datos y gráficos

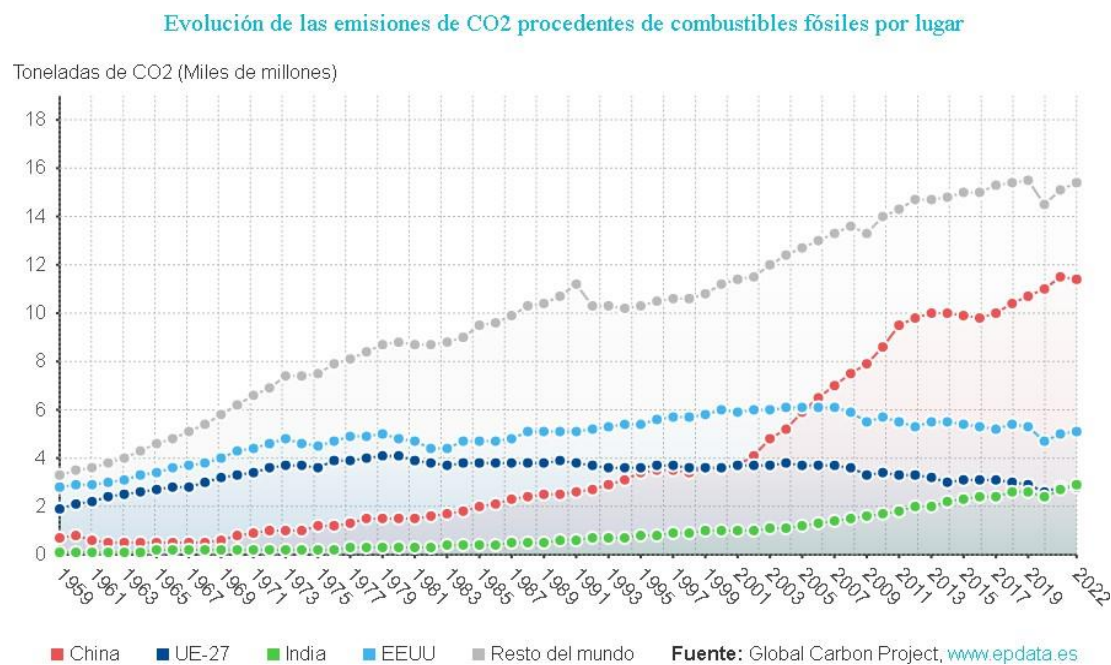
Datos actualizados el 10 de enero de 2023



Nota. Epdata (2023)

Figura 2

Evolución de las Emisiones de CO2 Procedentes de Combustibles Fósiles por Lugar



Notae. Epdata (2023)

Aunque el porcentaje de riesgo varía entre los países (Figura 3), el compromiso debe ser de todos los gobiernos, de las industrias y por supuesto de la población en general, quienes pueden comenzar con utilizar en los hogares o negocios energías renovables como la energía Fotovoltaica.

Figura 3

Países con Mayor Riesgo Climático



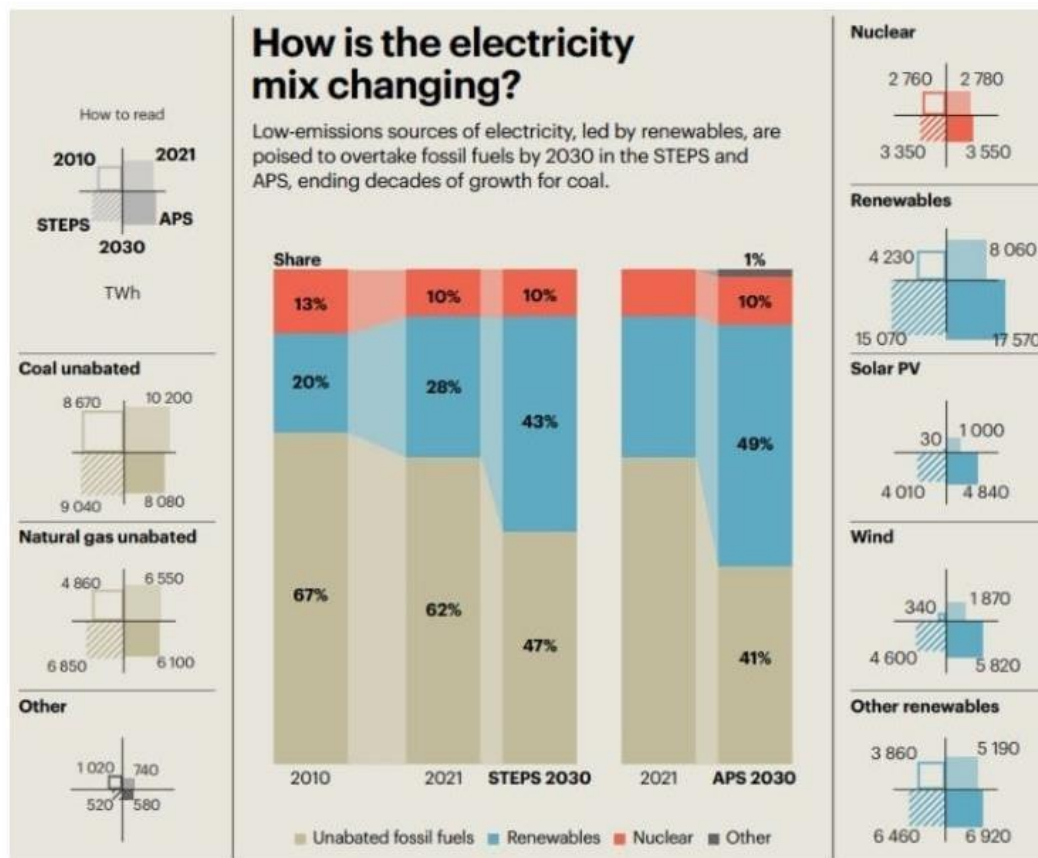
Nota. Epdata (2023)

A pesar de algunos factores pueden afectar el coste de la energía Fotovoltaica, como son los suministros y la inflación, sigue siendo mucho más barato generar energía mediante paneles solares fotovoltaicos (Figura 6), que hacerlo quemando fósiles en centrales térmicas, motivo que justifica su crecimiento, (Figura 4, Figura 5) y expectativas a futuro.

Solar power europe (2023), señala que es un momento extraordinario por el que atraviesa la fotovoltaica (FV), ya que la potencia instalada del año 2022 respecto al año 2021 ha crecido en un 45%, países como China han aumentado su consumo (Figura 7) y se estima que para el año 2023 el sector en general va a instalar a una escala global un 43% respecto al año 2022.

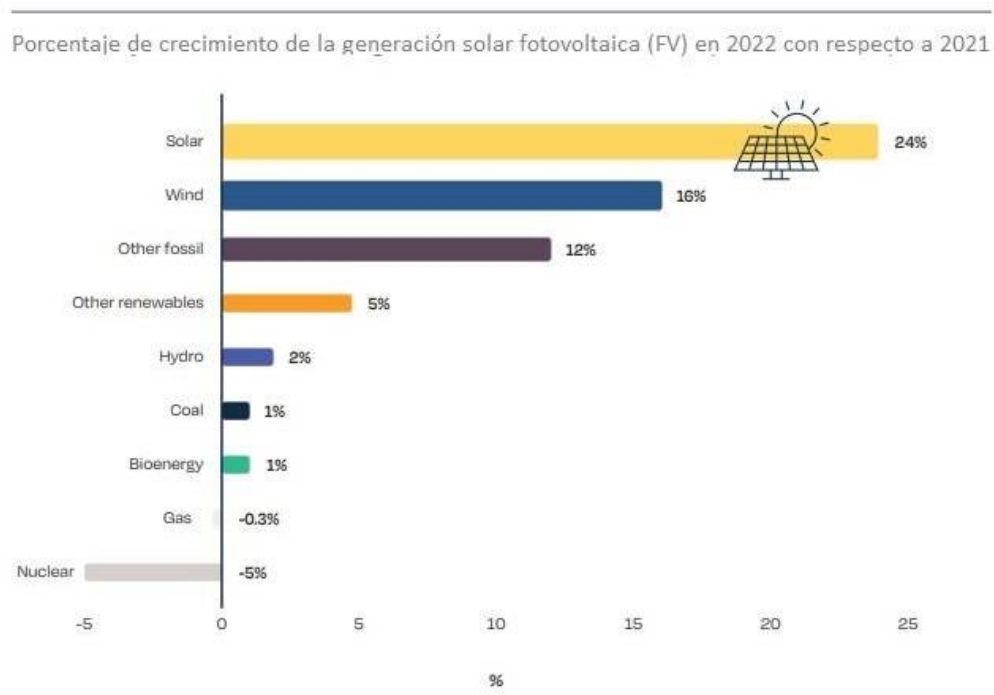
Figura 4

Tendencia Según Fuentes de Energía



La tendencia hacia las energías renovables debería inclinar rápidamente la balanza a favor de las fuentes de energía verdes. Image: International Energy Agency

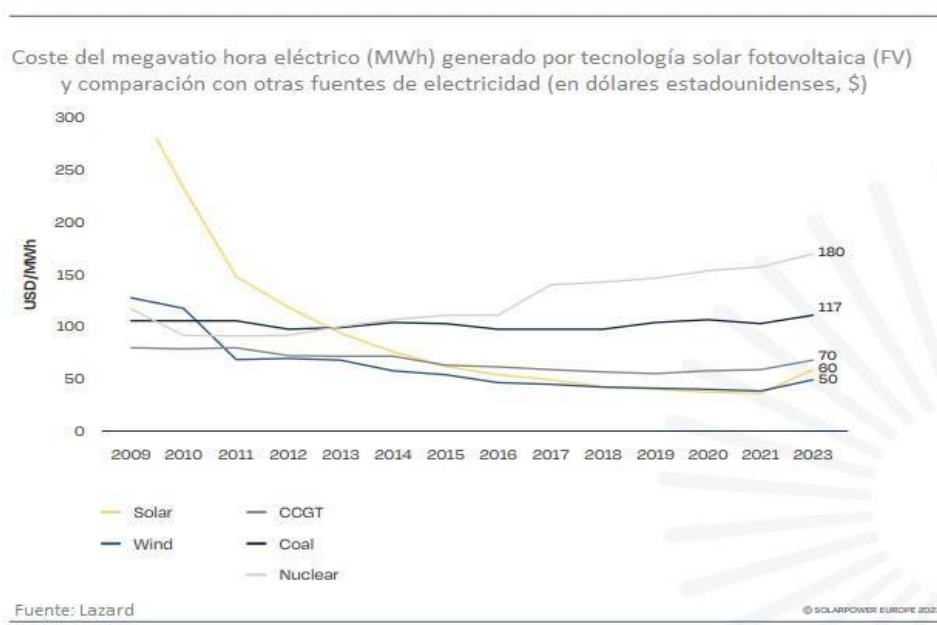
Nota. World economic forum (2022)

Figura 5*Tendencia Según Fuentes de Energía*

Nota. Solar power europe (2023)

Figura 6

Coste del Megavatio (MWh) Generado por FV Comprado con otras Fuentes de Electricidad

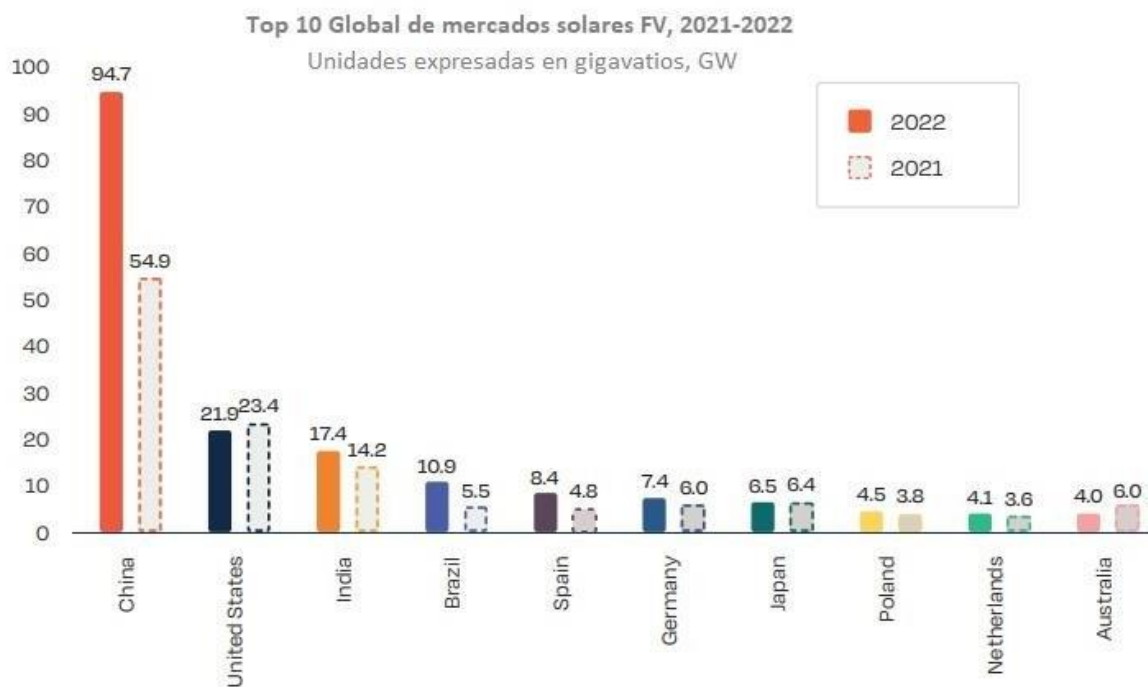


Nota. Solar power europe (2023)

Las estimaciones en cuanto a la potencia solar fotovoltaica son “bastante espectaculares”, según los autores del informe GMO 2023-2027, que prevén que en el año 2023 habrá 32 mercados de escala giga, 39 naciones instalarán más de un gigavatio de nueva potencia solar fotovoltaica en 2021 y al menos 53 países ingresarán al grupo.

Figura 7

Mercados Solares FV 2.021 – 2.022



© SOLARPOWER EUROPE 2023

Nota. Solar power europe (2023)

Justificación

El municipio de Melgar Tolima presenta la problemática del alto costo de la energía, inestabilidad que ha llevado a contemplar otras alternativas como la energía fotovoltaica y de acuerdo con sus características como el clima cálido, temperaturas entre 22 y 35 grados es el indicado para desarrollo del emprendimiento.

Justificación Social

La problemática de energía que presenta el Municipio de Melgar Tolima, por su clima cálido semi seco y con temperaturas entre 22 y 35 grados, es propicio y permite el desarrollo del proyecto.

Justificación Tecnológica

Para competir frente a otros tipos de energía e inclusive empresas del sector, es necesario contar con las tendencias y progresos tecnológicos que permitan una mejoría frente a la problemática actual.

En el mercado se puede encontrar diversas marcas y productos de energía fotovoltaica con buen respaldo, garantía de hasta por 30 años, sumando a esto capacitaciones y actualizaciones para los clientes, el emprendimiento marcaría la diferencia frente a otros proveedores de energía, incluyendo la energía convencional que se tiene en Melgar.

Justificación Económica

El país ha tenido un crecimiento exponencial en aplicación de energía fotovoltaica siendo el segundo país con mayor demanda de dichos productos después de Chile, La República (2022), así como la inversión del 2% del PIB en proyectos de energías, lo cual hace de esta idea de negocio un proyecto ambicioso con buena proyección a corto mediano y largo, Colombia con un 65.93% ocupa el tercer entre países líderes en transición en América Latina (La República, 2022).

Objetivos

Objetivo General

Crear una empresa que permita ofrecer soluciones por medio de energías de bajo costo y fácil instalación para la comunidad ubicada en Melgar Tolima cuya energía eléctrica es más costosa e inestable.

Objetivos Específicos

Análisis de los requerimientos específicos y legales para la creación de empresa en el municipio de Melgar Tolima bajo los estándares nacionales

Determinar el alcance del planteamiento del desarrollo de la solución al problema de energía ubicado en la comunidad de Rio Bonito Reservado en Melgar Tolima

Implementar la solución del abastecimiento de energía fotovoltaica en el condominio reservado Rio Bonito ubicado en el municipio de Melgar Tolima y realización de las pruebas correspondientes con futuras mejoras.

Marco de Referencia

La energía eléctrica siempre ha sido una necesidad humana tanto para sobrevivir como para el progreso, desarrollo industrial y tecnológico, para ver a lo largo de la historia como el hombre se ha inquietado sobre este tema, ofreciendo y evaluando su aplicación.

Desafortunadamente lo que fue y aún sigue siendo la solución energética para todos, con el paso del tiempo se ha demostrado que poder contar con este recurso, está causando problemas que si no se solucionan a tiempo los resultados pueden ser catastróficos, de hecho ya se están viendo con el calentamiento global. La republica (2022), Solar power europe (2023), Epdata (2023), World economic forum (2022).

Marco Teórico

El uso de energías tradicionales como se ha venido manejando hasta ahora, por ser no renovables, recursos como el carbón, el petróleo y gas natural son limitados, costosos y con una grave consecuencia ambiental como lo informan entidades como PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Pnuma, Panel Internacional de Recursos (IRP), 2024) y OMM (Organización Meteorológica Mundial) (OMM, 2023), demostrando los efectos en el cambio climático y contaminación .

La conclusión que hacen las entidades aquí citadas es que dentro de una escala de 0 a 1000 toneladas de emisión de CO₂ al año, el carbono está en primer lugar, emitiendo más de 750 de CO₂ y menos de 1000, mientras que la energía solar emite menos de uno (1), ubicándose dentro de la escala como la más favorable según Otovo (2022), motivo por el que la energía fotovoltaica es una de las más viables, que puede llegar a una autosuficiencia energética; es así como las empresas Océano verde y Compañía Nacional de Chocolates utilizan energía fotovoltaica.

Marco Conceptual

Las fuentes de energía eléctrica son recursos naturales y artificiales que se utilizan en la producción y distribución de algún tipo de energía. Con esta característica, es posible generar calor, producir electricidad y ambientes.

Existen dos (2) tipos de energía, las renovables que se derivan de fuentes naturales que llegan a reponerse más rápido y las No renovables que tardan en reponerse y provoca emisiones dañinas en forma de gases. Naciones Unidas (2023).

Energías Renovables

Energía Hidroeléctrica. Las plantas hidroeléctricas utilizan el poder del agua para generar electricidad. Para ello, se construye una presa en un río para contener el agua, creando un depósito, muy parecido a un lago.

Energía Eólica. La construcción de parques eólicos se construye para aprovechar el viento, transformándolo en energía. Funcionan a través de turbinas, que se parecen mucho a un molinete, que se mueven a causa del viento.

Energía Solar. obtenida directamente de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado cedula fotovoltaica o bien mediante una deposición de metales sobre un sustrato.

Energías No Renovables

Energía Termoeléctrica. En este caso, el sistema funciona calentando el agua con combustibles fósiles, con derivados del petróleo, gas natural y carbón mineral, que es la fuente de energía que más contaminación produce.

Generan impacto ambiental por la quema de estos materiales, generando humo contaminante.

Energía Nuclear. Las plantas nucleares utilizan elementos radiactivos, como el uranio, para generar energía. En este sistema, el núcleo del átomo de uranio se desintegra, liberando una gran cantidad de calor (energía), por lo que se les conoce como fuentes de energía eléctrica nuclear.

Marco Histórico

Desde tiempos remotos el hombre ha tenido la necesidad de valerse de la energía para desarrollo social. Con la presente línea de tiempo se visualiza cómo han sido estos avances que aporta el estudio sobre las actuales y futuras fuentes de energía (Asis, 2019)

Siglo V A.C, Thales de Mileto documentó la atracción de frotar el ámbar con Tela, fenómeno conocido como electricidad estática.

1752, Benjamín Franklinizo el experimento donde buscaba capturar la electricidad que producían las nubes tormentosas, con el fin de demostrar que las nubes están cargadas de electricidad y que los rayos son cargas eléctricas. Gracias a esta investigación se ideó el pararrayos.

Siglo XIX, Alejandro Volta desarrolla las primeras celdas químicas capaces de almacenar la electricidad. Fue así como se inventó la pila.

El desarrollo de nuevos inventos por parte de Nikola Tesla y Thomas Edison, los cuales estuvieron enfocados en el uso de la electricidad como recurso básico para el desarrollo científico y tecnológico

1821, El físico Alemán Seebeck T.J, observó que, en un circuito formado por dos conductores distintos, cuyas uniones soldadas se encuentran en medios con temperaturas distintas, aparece entre ambos una diferencia de potencial

1838. El físico francés Alexandre-Edmond Becquerel es considerado el descubridor del efecto fotovoltaico, que implica la captación de la luz solar para convertirla en energía.

1850. Primer pozo de Gas Natural fue perforado en Fredonia N.Y

1866. Francés Auguste Mouchout Construye el primer generador de energía solar, usando un espejo para reflejar la luz del sol y crear vapor.

1879. La primera central termoeléctrica fue construida en la ciudad de Ettal en Baviera.

1880. Nikola Tesla inventa el sistema de corriente alterna de generación eléctrica.

1970. La producción de petróleo empieza a declinar.

1980. Los científicos comienzan a evidenciar en que la quema de combustible fósil está conduciéndonos a una catástrofe.

2.001. Algunos países empiezan a abrir departamentos de investigación en energía de fuentes renovables.

2014. Países como España llevan la delantera en energía solar llevando 4.679 MV y posee la mayoría de las plantas en Europa.

2020. En cuanto a Colombia el país alcanzó los 107 MW de capacidad instalada.

2022. La capacidad instalada operativa fue de 290 MW.

Marco Contextual

El proyecto de emprendimiento soluciones fotovoltaica se desarrolló en Colombia, en el municipio de Melgar – Tolima. Alcaldía Melgar Tolima (2023).

Escogido por sus características climáticas (Figura 8) con un promedio de horas de sol al mes de 113.31 fundamentales para el proyecto de emprendimiento, teniendo claro que horas solar pico es el tiempo en que los paneles solares recibirán suficiente radiación para generar

1.000 W de energía por cada metro cuadrado, contando con un cielo despejado. El clima influye en la cantidad de horas solar pico, los meses de verano tienen mayor cantidad de horas pico.

El Municipio de Melgar – Tolima cuenta con el clima propicio para el desarrollo del emprendimiento. Afirmación sustentada datos estadísticos proporcionados por el IDEAM,

De acuerdo con la publicación que hace Solentechology, en Colombia cualquier zona que tenga más de cinco (5) horas solares pico se considera como ubicación óptima para la producción de energía solar y hace que cualquier instalación sea rentable con un mínimo de paneles solares.

Gobernación del Tolima (2023).

Figura 8

Datos Históricos Melgar

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	21.5	21.9	21.8	21.5	21.2	20.8	20.6	20.9	21.3	21.3	21.3	21.3
Temperatura mín. (°C)	18.8	19.3	19.4	19.3	19.1	18.4	17.9	17.8	18.3	19	19.3	18.9
Temperatura máx. (°C)	24.2	24.6	24.5	23.9	23.6	23.4	23.4	24	24.3	23.8	23.5	23.8
Precipitación (mm)	138	200	335	539	666	643	528	343	295	307	269	210
Humedad(%)	78%	77%	80%	84%	85%	84%	83%	81%	80%	82%	83%	82%
Días lluviosos (días)	13	13	18	20	21	21	21	20	18	19	18	16
Horas de sol (horas)	9.3	9.6	9.5	9.4	9.4	9.6	9.8	10.0	9.9	9.2	8.8	9.0

Data: 1991 - 2021 Temperatura mín. (°C), Temperatura máx. (°C), Precipitación (mm), Humedad, Días Lluviosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

La diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 548 mm. La variación en la temperatura anual está alrededor de 1.3 °C.

El mes con mayor humedad relativa es mayo (84.70 %). El mes con menos humedad relativa es febrero (76.88 %). El mes con el mayor número de días lluviosos es mayo (28.43 días). El mes con el menor número de días lluviosos es febrero (17.40 días).

Nota. Climate Data (2021)

Marco Legal

Normatividad colombiana actualmente establecida y que rige los proyectos de energía fotovoltaica 4.5.1 Ley 1715 de mayo 13 de 2014.

Ley creada con el objetivo de promover el desarrollo de energías no convencionales como lo es la energía fotovoltaica, fomentar la inversión y la investigación con la cooperación entre sector público y privado, de tal manera que haya una integración al mercado eléctrico para las industrias, alumbrado público y población en general.

Dar los lineamientos para la implementación de estas energías bajo un marco legal, con políticas públicas y de definición de instrumentos tributarios, arancelarios, contables que promuevan y animen al desarrollo de energías amigables con el medio ambiente como la fotovoltaica que contaría con algunos de los incentivos como la deducción especial en el impuesto de renta.

También de acuerdo con el ART.8 de esta Ley, el Gobierno Nacional promoverá la autogeneración a pequeña y gran escala y la generación distribuida con mecanismos como la entrega de excedentes a la red de distribución y/o transporte.

Marco Tecnológico

Dadas por el ministerio de minas y energía y las instituciones competentes adscritas al gobierno nacional, basadas en estudios técnicos que garantizan estándares mínimos de calidad.

NTC – ISO 50001 ICONTEC

Es la norma técnica en sistemas de Gestión de Energía (SGE). Esta norma establece los criterios o parámetros necesarios que debe tener todo sistema de Gestión de la energía en una organización.

Guía técnica Colombiana GTC 114 : Especificaciones de sistemas fotovoltaicos para suministro de energía rural dispersa en Colombia/ ICONTEC, cuyo objetivo es establecer las directrices sobre las especificaciones y características técnicas que se deberían tener en cuenta en el proceso de selección, instalación, operación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos (SFV) que se emplean en la energización rural dispersa en Colombia y los servicios que deberían proporcionar las empresas proveedoras para garantizar la confiabilidad, seguridad y larga vida de los sistemas por instalar, también abarca los diseños básicos para la iluminación y entretenimiento para sistemas familiares con potencias menores a 250 W.

Los componentes de un sistema fotovoltaico tienen asociadas normas que se deben cumplir:

Paneles Fotovoltaicos

NTC 5899-1 de 2011 [6] Requisitos para la Construcción

NTC 5899-2 de 2011 [7] Requisitos de prueba

NTC 2883 de 2006 [8] Paneles de Silicio Cristalino

NTC 6016 de 2013 [12] Regulador de carga

NTC 5759 de 2010 [13] Acondicionadores de potencia

Regulador de Carga

NTC 6016 de 2013[12] requisitos de comportamiento y rendimiento de los controladores de carga de la batería.

Acondicionadores de Potencia

NTC 5759 de 2010[13] pautas de medida de rendimiento de estos conectores de potencia y en los conectados a la red eléctrica.

Esta norma técnica también establece los requisitos para la calificación del diseño y la aprobación del tipo de módulos fotovoltaico, para aplicación terrestre y para utilización de larga duración en climas moderados al aire libre.

Define los requisitos de comportamiento y rendimiento de los controladores de carga de batería y todas las que apliquen para estos reguladores.

Establece las pautas de medida de rendimiento de estos acondicionadores de potencia usados en los sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica. El rendimiento se obtiene de las medidas directas, en fábrica, de la potencia de entrada y de salida.

Marco Metodológico

El conjunto de pasos y procedimientos que se emplearon, aporta a formular y resolver los problemas.

Tipo de Investigación

Para el desarrollo del proyecto se basa en un estudio de prefactibilidad, con una investigación de tipo cuantitativo, ya que es necesario apoyar el proyecto con datos

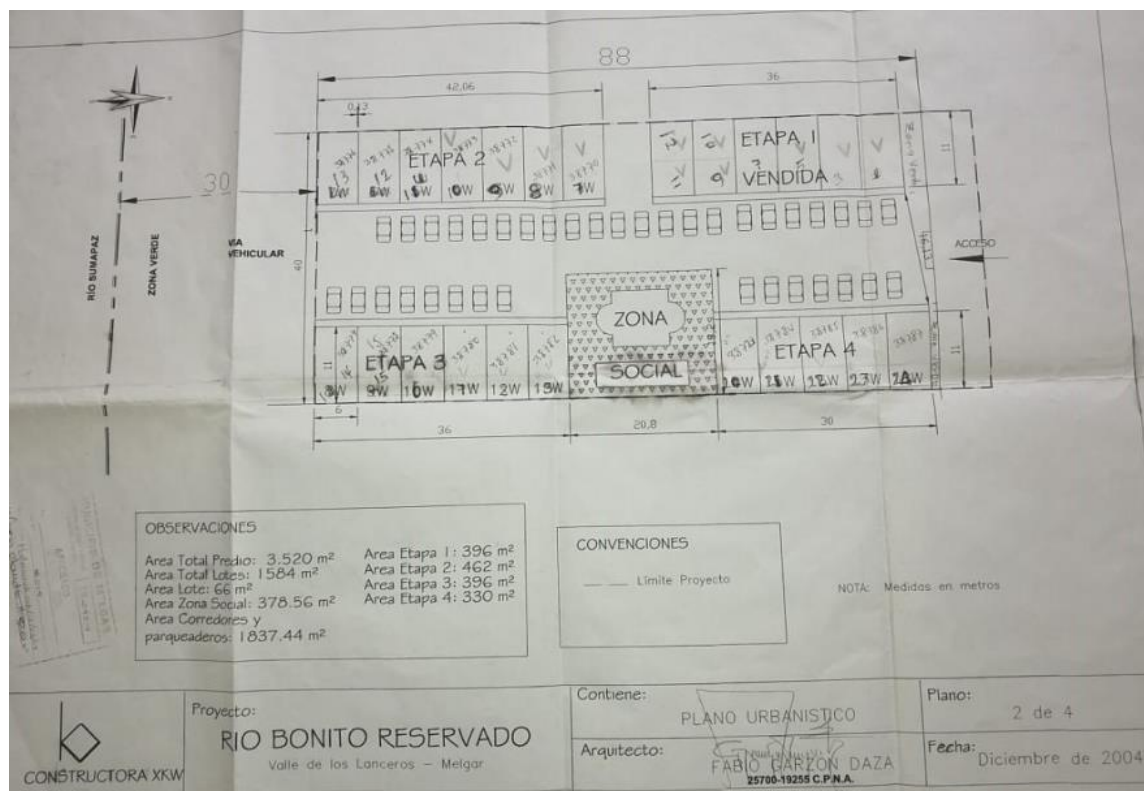
Estadísticos que proporcionan las diferentes entidades, que han avanzado en los estudios y puesta en marcha de sistemas fotovoltaicos. También se llevó a cabo una investigación cualitativa de diferentes fuentes, que permite evaluar de acuerdo con las cualidades del problema planteado, cuál sería la solución fotovoltaica más adecuada.

Población

Otra técnica de investigación se basa en el estudio de campo. El proyecto se desarrolla en Melgar- Tolima – Rio bonito reservado, casa 10 (Figura 9) debido a que la comunidad tiene problemas energéticos tales como: frecuentes cortes de luz, inestabilidad energética, y alto costo del servicio, pero con recursos favorables como vías de acceso, red eléctrica convencional, clima adecuado y casa con techo.

Figura 9

Plano Condominio Rio Bonito Reservado



Nota. Plano del condominio Rio Bonito Reservado donde se planea llevar a cabo la solución de energía fotovoltaica. Como se observa su estructura comprende zona social, piscina y proyecto a futuro de treinta (30) unidades habitacionales con parqueadero.

Definición Conceptual

Dentro de las variables necesarias para evaluar la prefactibilidad del emprendimiento tenemos:

El estudio técnico que limita el área del proyecto en Área 40 mts².

Otra variable necesaria es el estudio financiero con el cual se plantea una política financiera que garantice la sostenibilidad del proyecto.

El emprendimiento se rige bajo las normas legales colombianas, como la constitución nacional.

Estudio Técnico

Según Prieto Herrera (2009) y Baca Urbina (2010) las partes que conforman un estudio técnico son, análisis de localización, de tamaño, disponibilidad y costo de suministros e insumos, identificación y descripción de procesos.

Estudio Financiero

Hernández (2005) define el análisis financiero como una técnica de evaluación del comportamiento operativo de una empresa, que facilita el diagnóstico de la situación actual y predecir un acontecimiento futuro.

Estudio Legal

Busca determinar la viabilidad y desarrollo del proyecto aplicando las normas que lo rigen, los trámites, permisos, límites, beneficios

Definición Operacional

Su finalidad es constituir procedimientos que permita medir variables como estudio técnico, estudio financiero y estudio legal.

Medición de las Variables

Recopilar información como se observa

Tabla 1 para definir la base se sustenta la viabilidad del emprendimiento, midiendo variables técnicas que delimitan el área y sus características. Para calcular la viabilidad financiera se tiene en cuenta datos como el costo, comparación de precios.

Es necesario desarrollar el emprendimiento cumpliendo con todas las normas legales

Tabla 1*Medición de Variables*

Variable	Objetivo	Actividad	Instrumento
Estudio técnico	Delimitar el área de estudio del proyecto.	Radiación solar, horas de sol	Tabla climática
	Conocer las características del área	Climatología	Estadística horas sol
Estudio Financiero	Financiera del proyecto	Viabilidad Determinación del costo Análisis Financiero	Cotización de precios.
Estudio Legal	Determinación de leyes que se apliquen al proyecto	Determinación leyes tributarias Leyes de organización empresarial Leyes y normas relacionadas al producto	Legislación tributaria Leyes y normas de la materia prima, insumos y suministros que se necesitan para realizar el proyecto. Normas administrativas de funcionamiento de la empresa

Nota. Descripción de necesidades

Análisis de Resultados

Las variables seleccionadas, se presentan los resultados de cada una, con el fin de analizar la viabilidad de solucionar por medio de la energía fotovoltaica, los problemas que actualmente tiene la población de Melgar- rio bonito reservado.

Estudio Técnico

Delimitación del Área de Estudio del Proyecto

Figura 10

Zona Melgar Tolima



Nota. Gobernación del Tolima (2023)

El área para desarrollar el emprendimiento se limita al Municipio de Melgar (Figura 10)

Tolima- Rio Bonito Reservado - Casa 10 (Figura 11) que cuenta con un área 40 mts^2 mts.

Figura 11

Casa 10 Rio Bonito Reservado



Nota. Estructura exterior casa 10 Rio bonito reservado. Fotografía propia.(2023)

Características del Área

Ubicación: Melgar (Tolima) (Figura 10), es un municipio colombiano del departamento del Tolima, ubicado a 91 Km de Ibagué, capital del departamento, y a 98 km al suroccidente de Bogotá. Tiene carreteras que facilitan el ingreso recurrente al municipio.

Características:

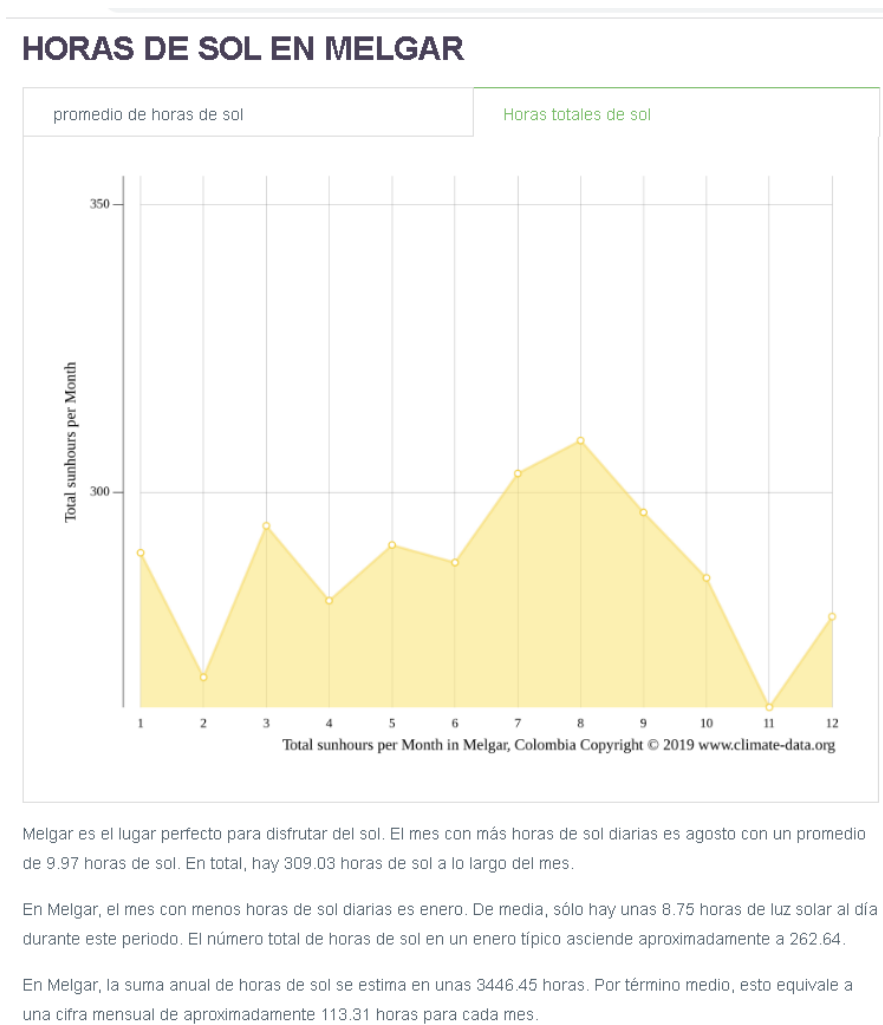
Actualmente la zona de Rio bonito reservado cuenta con el proveedor de energía eléctrica CELSIA.

Según weatherspark.com, la temperatura de melgar varía entre 23^o Y 34^o. Weather Spark (2019).

Promedio de Horas pico solar

Figura 12

Horas de Sol en Melgar



Nota. Climate-data.org (2019)

Melgar cuenta con un promedio de 113.31 horas cada mes, lo que da un aproximado de 5 horas diarias, contado con que en meses como agosto puede contar con 9.97 horas diarias, lo que es muy favorable para la ejecución del proyecto, con promedio seis (6) 2023 (Figura 12).

Figura 13

Recibo de Energía



Nota. Fotografía propia.

El consumo promedio al mes es de 75 kWh (Figura 13), dato para tener en cuenta en las operaciones que determinan la cantidad de energía FV que necesitaría el proyecto.

Dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico

Panel solar. Con los datos evidenciados anteriormente y basados en una fórmula matemática se determina cuantos paneles solares se necesitan para el desarrollo del proyecto.

Basado en la Fórmula:

1. Consumo anual/Horas luz = KW
2. Introducción del Factor de perdida de producción (%)
3. Consumo diario kW x Factor de Pérdida de producción%
4. Obtención del número de placas

Tabla 2*Cálculo para Hallar Cantidad de Paneles Solares*

Panel	450 W	Unidad
Promedio consumo mes		79 kWh
consumo al año		948 kWh
Promedio horas pico		5 Horas
horas pico al año		1.800 Horas
porcentaje de pérdida energía		20%
*proporcionada x el proveedor		
Consumo/Horas		1
Perdida		0,105
Energía real		0,63 kWh
Panel		450 W
No. Paneles		1,42 Unidad
Redondeando por valor más alto se necesitaría		2 Paneles

Nota. Autoría propia

Costo del panel 450w \$930.000

Modelo LR5-54PH-415M

Potencia máxima 450 w

Ancho 103 cm x 209 cm

Peso 22 Kg

Tipo de panel solar: Monoperc Media Celda

Regulador de carga. Con las características del panel solar e información vista en www.autosolar.es

Datos técnicos del Panel Ja Solar 450W 24V Monocristalino PERC.

Las características eléctricas del Panel Ja Solar 450W 24V Monocristalino PERC son de primer nivel, muestra de ello su 20,3% de eficiencia del módulo. Ofrece los siguientes datos de producción:

- Potencia Pico (P_{MAX}): 450W
- Voltaje a máxima potencia (V_{MPP}): 41,52V
- Intensidad a máxima potencia (I_{MPP}): 10,84A
- Voltaje en circuito abierto (V_{OC}): 49,7V
- Intensidad en cortocircuito (I_{SC}): 11,36 A

El regulador que se necesita es uno MPPT de 40 (Figura 14).

Figura 14

Cálculo para Determinar Tipo de Regulador

Datos de salida

6. Datos del panel solar: *Si los valores de tus paneles solares son diferentes, puedes modificarlos...

Potencia Panel: Wp

Vmp Panel: V

Voc Panel: V

Imp Panel: A

> Datos de salida por string: Datos necesarios para calcular la sección de los cables... Como calcular las secciones de cable con regulador MPPT

Potencia string: Wp

Vmp string: V

Voc string: V

Imp string: A

> Datos de salida del Generador Fotovoltaico: *Datos necesarios para calcular la sección de los cables... Calculadora secciones cables

Potencia Total: Wp

Vmp Total: V

Voc Total: V

Imp Total: A

> Corriente de carga de Batería: En los Reguladores MPPT la Corriente de salida del Generador NO ES IGUAL a la Corriente de carga Batería

Corriente Carga: A

> Regulador solar mínimo recomendado:

Regulador: A

Nota. Calculadora <https://www.monsolar.com/calculadora-regulador-solar>

Inversor. Para el proyecto se necesita un Inversor Solar On grid, el cual no requiere batería, ya que va conectado a la red eléctrica.

La potencia del inversor, por norma general debe ser parecido a la potencia de corriente continua del sistema para el cual va a ser destinado

Inversor Solar on grid costo de \$1.035.000

Tabla 3*Características Inversor*

Marca	GridTie
Modelo	PVGS 700W
Voltaje mínimo de entrada - Voltaje máximo de entrada	18V - 60V
Voltaje mínimo de salida - Voltaje máximo de salida	90V - 120V
Potencia máxima de operación	600 W
Potencia pico	650 W
Peso	0.8 kg
Tipo de onda	Onda sinusoidal
Con salida USB	No

Nota. Autoría propia

Estudio Financiero

Identificación de Fuentes de Recursos

Inicialmente para que el proyecto sea viable financieramente se crean las siguientes

Políticas Financieras:

Tabla 4

Política Financiera

Política Financiera	Modalidad de pagos
Clientes	Anticipo 50% para iniciar Al 70% del avance del proyecto, un segundo anticipo del 30% A la entrega del proyecto el 20% restante.
Compras	Contado para compras con descuentos
Proveedores	significativos Proveedores que otorguen crédito mayor a 30 días
Inventarios	Solo se tendrá inventario del material a utilizar en cada proyecto. No se tendrá stock

Nota. Autoría propia

Tabla 5*Proyección de Inversión Final*

Inversión Inicial	Cantidad	Precio	Total
Paneles solares 450w	2	938.000	1.876.000
Regulador MPPT 40 A	1	80.000	80.000
Inversor	1	1.035.000	1.035.000
Cableado y demás suministros	1	500.000	500.000
Total Costo Directo materiales			3.491.000
Costo Mano de obra	Cantidad		
Días estimados proyecto	7	días	
Ingeniero electrónico	1	proyecto	1.000.000
Técnico - contrato por obra	1	proyecto	400.000
Total mano de obra			1.400.000
Provisión imprevistos 10%	Base	4.891.000	489.100
TOTAL INVERSION			5.380.100

Nota. Autoría propia

Estudio Legal

Se rige bajo la Ley tributaria colombiana consagradas en el Estatuto tributario colombiano

Código de comercio

Ministerio de minas y energía Mediante **Ley 1715 de 2014** ha establecido que la energía solar se considera como Fuente de No Convencional de Energías renovables (FNCER), regulada por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG).

Permisos, según la página www.laguiasolar.com la ley 1715 de 2014 nace principalmente para promover el desarrollo de fuentes no convencionales de energía, esto es que en vez de agregar condiciones, impuestos y permisos para utilizar energía solar Fotovoltaica libremente, el gobierno

Colombiano está proponiendo convertir estos excedentes en una especie de *saldos a favor* en la factura de energía eléctrica, por lo que No necesitaría ningún tipo de permiso.

Con la ley 2099 de 2021, se priorizan los trámites para energías renovables.

Normas Icontec, necesarias para aplicar la norma técnica colombiana relacionada a energía Fotovoltaica (Icontec, 2005).

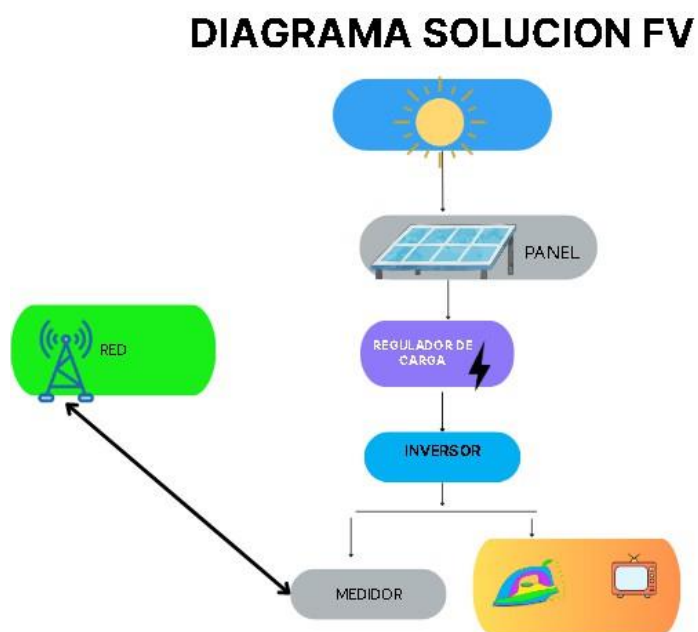
Diseño del Sistema Fotovoltaico

Topología del Proyecto

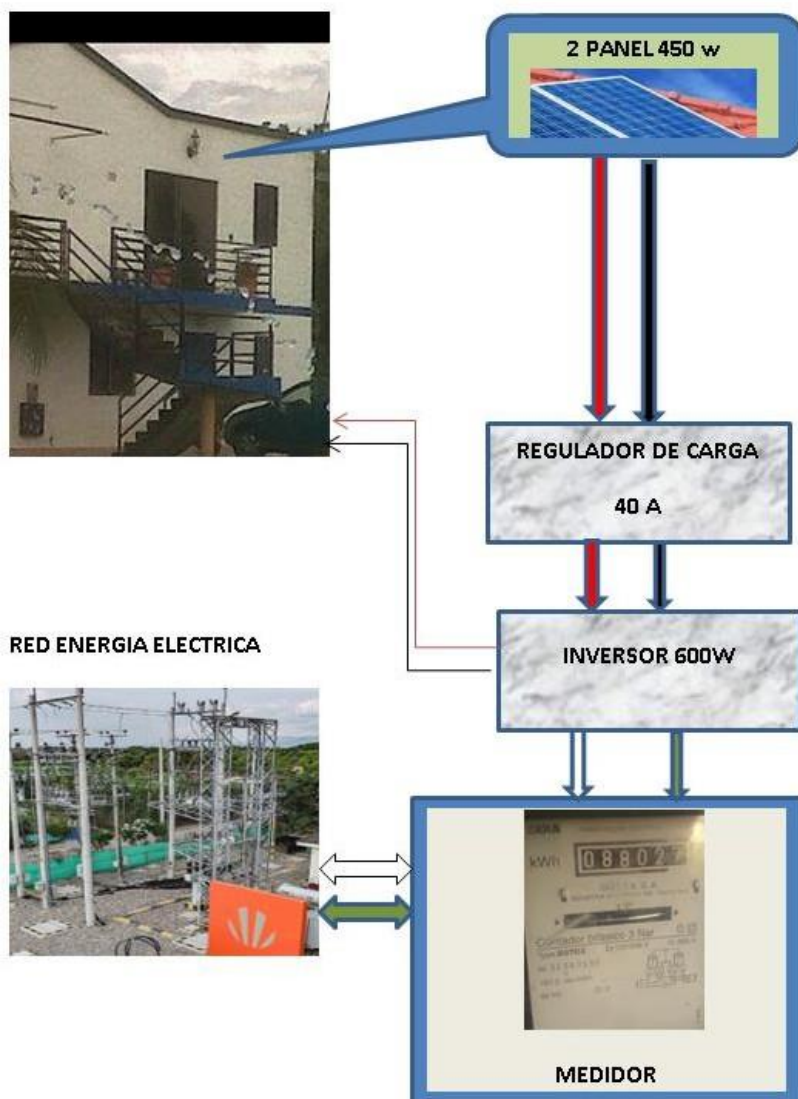
El diseño del sistema fotovoltaico (Figura 15) constará de paneles solares, controlador de carga inversor DC/AC, Caja de distribución-Regulador de carga, cableado eléctrico, tubería, medidor.

Figura 15

Diagrama Solución FV



Nota. Autoría propia.

Figura 16*Diseño Final Solución FV**Nota. Fotografía Propia*

Constitución Legal de la Empresa

Lineamiento Legal

Para que la empresa opere dentro de los lineamientos legales y tributarios, se estimó un valor de \$2.000.000 destinados para cubrir gastos de constitución, y así poder dar inicio a las actividades de la empresa.

La ubicación de la empresa es en la ciudad de Bogotá, por lo que corresponde registrar la empresa en la CAMARA DE COMERCIO DE BOGOTA.

Evaluando los diferentes tipos de empresa como son Sociedad Limitada, Empresa unipersonal, Sociedad anónima, Sociedad colectiva, Sociedad por acciones simplificada S.A.S, sociedad comandita por acciones y empresa asociativa de trabajo, el tipo de empresa que más se ajusta a la constitución de la empresa es la Sociedad por acciones simplificada S.A.S. Según Ley 1258 del 05 de diciembre de 2008.

Dentro de las ventajas de una empresa S.A.S, tenemos:

La puede constituir una persona natural.

No es necesario que tenga más de un accionista, puede constituirse con accionista único.

Se registra por medio de documento privado.

En cuanto a responsabilidad, el accionista solo será responsable hasta el monto de sus acciones, Además el accionista no será responsable por obligaciones laborales, tributarias o de cualquier otra naturaleza en que incurra la S.A.S.

Una vez definido el tipo de empresa, se dio continuación a los siguientes pasos:

1. Definido el nombre de la empresa “**Soluciones FV Colombia**”, se consulta en la cámara de comercio de Bogotá la homonimia.

Obligaciones Tributarias

La sociedad Anónima simple por acciones fue creada por la ley 1258 de 2008, regulada por normas que permiten una amplia autonomía contractual de diseño del contrato social.

Características:

1. Tipo societario autónomo
2. Naturaleza comercial
3. Sociedad de capitales
4. Accionistas responden hasta por el monto de sus aportes
5. Se puede constituir por una o varias personas
6. Se puede constituir por medio de contrato o documento privado

Tiene similares obligaciones y pagos de impuestos que otras sociedades comerciales, como son:

1. Presentación de declaración de renta
2. Impuesto sobre las Ventas IVA
3. Anticipo de retenciones – En la fuente, retención de IVA (si aplica) y retención de ICA
4. Impuestos Distritales ICA
5. Presentación de Información Exógena Nacional
6. Presentación de información Exógena Distrital
7. Registro de beneficiarios finales
8. Expedir factura electrónica
9. Obligada a registrar libro de actas
10. Obligada a registrar libro de socios
11. Obligación de llevar libros de contabilidad

Conclusiones

Partiendo del planteamiento del problema y la justificación para desarrollar el proyecto, se definen unos objetivos que ayudan a determinar si es viable el proyecto.

En el marco teórico se demuestra la importancia y necesidad que día a día han venido tomando las energías renovables como lo es en este caso la Energía Fotovoltaica, aumentando más la oferta de este tipo de soluciones.

Al ofrecer una solución con energía renovable se reduce la contaminación y daño del medio ambiente, bajan los costos ya que existe la posibilidad de vender el excedente de energía FV a la empresa proveedora de energía eléctrica.

Actualmente en Melgar – Rio bonito reservado, sobre todo cuando hay época de lluvias los apagones de luz son continuos y a veces extensos. Este problema ya no se tendría con la energía FV.

Estos factores han sido fundamentales para dar cumplimiento de los objetivos planteados.

Dentro del estudio técnico, por la ubicación del proyecto se demuestra que es favorable, porque no solo cuenta con vías de acceso, clientes potenciales, si no con una climatología que permite se irradian rayos solares hacia los paneles y que estos cumplan a cabalidad su función.

En el estudio Financiero se demuestra que el proyecto se puede realizar haciendo una planeación y creando políticas financieras.

Con el estudio legal se demuestra como la ley 1715 de 2014 incentiva al desarrollo de proyectos de las energías renovables. Con la ley 2099 de 2021 se promueve la utilización de fuentes no convencionales de energía, Estableciendo priorización de los trámites ambientales

para proyectos del sector de energía que cumplan ciertas condiciones, una de ellas es que sean renovables.

Teniendo en cuenta las investigaciones documentadas y evidenciadas en este trabajo, se puede concluir que el proyecto es viable y que cumple con el objetivo planteado.

Recomendaciones

Se recomienda que el proyecto Melgar – Rio bonito reservado, analice la posibilidad de realizar proyectos en conjunto con más miembros de la comunidad para bajar los costos y recibir un mayor beneficio económico.

Referencias Bibliográficas

Alcaldía Melgar Tolima. (2023). *Alcaldía Municipal Melgar Tolima*. Obtenido de www.melgar-tolima.gov.co: <https://www.melgar-tolima.gov.co/>

Alcaldía municipal Melgar Tolina. (s.f.). Obtenido de www.melgar-gov.co: <https://www.melgar-tolima.gov.co/>

Asis, R. (30 de septiembre de 2019). *Momentos clave de la historia de la electricidad*.

Recuperado el 2023, de Cablesyconectoreshoy:

<https://www.cablesyconectoreshoy.com/momentos-clave-de-la-historia-de-la-electricidad/>

Camara de comercio de Bogotá. (2023). *constitución de sociedades SAS*. Obtenido de camara de comercio de Bogotá: <https://linea.ccb.org.co/sas/index.html#/>

Camara de comercio de Bogotá. (2023). *Homonimia*. Obtenido de camara de comercio de Bogotá: <https://www.ccb.org.co/empresarial/crear-empresa/constituir-empresa/homonimia>

Climate Data. (2021). *Clima melgar*. Obtenido de es.climate-data.org: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/tolima/melgar-50394/#climate-table>

Climate-data.org. (2019). *horas de sol en Melgar*. Obtenido de www.climate-data.org: <https://es.climate-data.org/>

Epdata. (10 de enero de 2023). *El cambio climático en datos y gráficos*. Recuperado el 2023 de enero de 2023, de epdata: <https://www.epdata.es/datos/cambio-climatico-datos-graficos/447>

Epdata. (10 de 01 de 2023). *Evolución de las emisiones de CO2 procedentes de combustibles fósiles por lugar*. Recuperado el 10 de 01 de 2023, de epdata: epdata. (10 de enero de 2023). *El cambio climático en datos y gráficos*. Recuperado el 2023 de enero de 2023, de

epdata: <https://www.epdata.es/datos/cambio-climatico-datos-graficos/447>

Epdata. (10 de enero de 2023). *Qué países tienen mayor riesgo climático*. Recuperado el 10 de enero de 2023, de epdata: epdata. (10 de enero de 2023). El cambio climático en datos y gráficos.

Recuperado el 2023 de enero de 2023, de epdata: <https://www.epdata.es/datos/cambio-climatico-datos-graficos/447>

Gobernación del Tolima. (01 de 06 de 2023). *Turismo municipio Melgar*. Obtenido de www.tolima.gov.co: <https://www.tolima.gov.co/tolima/informacion-general/turismo/2015-municipio-de-melgar>

Icontec. (24 de agosto de 2005). *Energía solar. Definiciones y nomenclatura*. Recuperado el 2023, de tienda.icontec.org: <https://tienda.icontec.org/gp-energia-solar-definiciones-y-nomenclatura-ntc1736-2005.html>

La republica. (08 de noviembre de 2022). *Colombia es el tercero de la región más avanzado en transición energética*. Recuperado el 01 de junio de 2023, de larepublica: <https://www.larepublica.co/globoeconomia/colombia-es-el-tercer-pais-de-la-region-que-mas-ha-avanzado-en-la-transicion-energetica-3483686>

Naciones Unidas. (01 de 01 de 2023). *Acción por el clima*. Recuperado el 01 de 06 de 2023, de Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-renewable-energy>

OMM. (21 de abril de 2023). *El Informe anual de la OMM destaca el avance continuo del cambio climático*. Recuperado el 01 de junio de 2023, de WMO: <https://wmo.int/news/media-centre/wmo-annual-report-highlights-continuous-advance-of-climate-change>

Otovo. (15 de MAYO de 2022). *El impacto positivo dentro de las energías renovables sobre el*

medio ambiente. Recuperado el 01 de JUNIO de 2023, de OTOVO:

<https://www.otovo.es/blog/energia/impacto-energias-renovables-medioambiente/>

Pnuma, Panel Internacional de Recursos (IRP). (01 de marzo de 2024). *Perspectivas globales*

2024. Recuperado el 01 de 05 de 2024, de unep: <https://www.unep.org/resources/Global-Resource-Outlook-2024>

Solar power europe. (10 de enero de 2023). *Costo De Generación De Electricidad Solar En*

Comparación Con Otras Fuentes De Energía 2009-2023. Recuperado el 10 de

enero de 2023, de solarpowereurope: <https://www.solarpowereurope.org/insights/outlooks/global-market-outlook-for-solar-power-2023-2027/detail#introduction>

solar power europe. (10 de enero de 2023). *PRINCIPALES MERCADOS DE SOLAR FV, 2021-2022*.

Recuperado el 10 de enero de 2023, de solarpowereurope:

<https://www.solarpowereurope.org/insights/outlooks/global-market-outlook-for-solar-power-2023-2027/detail#introduction>

Solar power europe. (10 de enero de 2023). *Tasa de crecimiento de la generación de electricidad*

de 2021 a 2022, por tecnología. Recuperado el 10 de 01 de 2023, de solarpowereurope:

<https://www.solarpowereurope.org/insights/outlooks/global-market-outlook-for-solar-power-2023-2027/detail#introduction>

Solarpowereurope. (01 de junio de 2023). *Perspectivas del mercado global de energía solar 2023-2027*.

Recuperado el 01 de junio de 2023, de Solarpowereurope:

<https://www.solarpowereurope.org/insights/outlooks/global-market-outlook-for-solar-power-2023-2027/detail#introduction>

Weather Spark. (01 de 06 de 2019). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Melgar.*

Recuperado el 01 de 06 de 2023, de Weather Spark: <https://es.weatherspark.com/y/23359/Clima-promedio-en-Melgar-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o#Figures-Summary>

World economic forum. (04 de noviembre de 2022). *Una nueva combinación de energías.*

Recuperado el 01 de 06 de 2023, de weforum:

<https://es.weforum.org/agenda/2022/11/estos-5-graficos-muestran-como-ha-incrementado-la-generacion-de-energia-renovable/>

Apéndices

Apéndice A

Homonimia Empresa

Realice su consulta empresarial o social

<input type="text" value="Soluciones FV Colombia"/> ✓ 	<input type="text" value="Número de Identificación"/> 
 Recomendaciones de uso	Digite el número de identificación sin puntos, guiones ni dígito de verificación.

Info La consulta por Nombre no ha retornado resultados

Nota. Camara de comercio de Bogotá (2023)

Apéndice B

Formulario Único Empresarial y Social RUES

Constitución de Sociedades por Acciones Simplificadas (SAS)

INGRESAR DILIGENCIAR FIRMAR PAGAR

Mis Solicitudes

Se han encontrado una o varias solicitudes iniciadas. Puede retomar el proceso en las que se encuentren habilitadas o iniciar una nueva solicitud:

Soluciones FV Colombia S.A.S Anular (X)

Solicitud No: 201256650

Fecha: 20 de septiembre de 2023 07:15 p. m.

Estado

Por completar 🟡

Retomar

Crear nueva solicitud +

Nota. Camara de comercio de Bogotá (2023)

Apéndice C

Formulario Constitución de Sociedades por Acciones Simplificada (SAS)

Constitución de Sociedades por Acciones Simplificadas (SAS)

✓ INGRESAR
 ● DILIGENCIAR
 ● FIRMAR
 ● PAGAR

Solicitud No.: 201256650
 Tipo identificación.: Cédula de Ciudadanía
 Identificación.: 80028832

Mis Solicitudes > PreLiquidación

Liquidación

Cantidad	Detalle	Valor
1	CONSTITUCION DE SOC. COMERCIAL E INST. FINANCIERA	\$ 53000
1	IMP DE REG CON CUANTIA MICRO	\$ 8400
1	IMP DE REG CON CUANTIA MICRO DC	\$ 3600
1	MATRICULA PERSONA NATURAL O JURIDICA	\$ 42000
1	FORMULARIOS REGISTRO MERCANTIL	\$ 7200
1	MATRICULA ESTABLEC. COMERCIO-PPAL. JURIDIS. C.C.B.	\$ 53000
1	FORMULARIOS REGISTRO MERCANTIL	\$ 7200
1	SITUACIÓN DE CONTROL/GRUPO EMPRESARIAL	\$ 53000
1	IMPUESTO DE REGISTRO(SIN CUANTIA)	\$ 108500
1	IMPUESTO DE REGISTRO (SIN CUANTIA) D.C	\$ 46500
Total		\$ 382400