

**La energía solar fotovoltaica como alternativa sostenible de abastecimiento eléctrico en la
vereda Charguayaco del municipio de Pitalito Huila**

Lyda Marcela Bermeo Méndez

María Camila Artunduaga Rojas

Director

Julio Cesar Hernández Gutiérrez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD

Escuela de ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios

Especialización en Gestión de proyectos

Diciembre 2019

Nota de Aceptación:

Aprobado por el comité de Grado en
cumplimiento de los requisitos exigidos por
la Universidad Nacional Abierta y a
Distancia para optar por el título de:
ESPECIALISTA EN GESTION DE
PROYECTOS

Jurado

Jurado

Dedicatoria

A mis padres, pareja y hermanas por tener la convicción de creer en mi como hija, compañera y hermana, a ellos que siempre están en los momentos felices y en los difíciles. Por su infinito amor y apoyo incondicional doy gracias a Dios de tenerlos hoy con vida y poder homenajearlos con un poco de lo que soy.

María Camila Artunduaga Rojas

A mi Madre Luz Marina, a mi esposo Ferney, a mis hijos Juan Manuel y María Luna y a mi abuela Lucila porque son mi motivación para cada día ser mejor y es por medio de ellos que

Dios me muestra su grandeza e inmenso amor

Lyda Marcela Bermeo Méndez

Agradecimientos

A Dios por darme la capacidad y fortaleza de enfrentar cada reto nuevo que decido emprender. A mi futuro compañero de vida Fabian Ariza, por su apoyo incondicional y nunca dejarme desfallecer en el camino, siempre con su voz de aliento y positivismo, llenando de felicidad cada plan, proyecto, historia y recorrido junto a él.

A mi compañera de trabajo Lyda Bermeo, por su tenacidad para el desarrollo de este sueño que decidimos emprender juntas, siempre teniendo presente que sólo se llega más rápido, pero acompañado se llega más lejos.

María Camila Artunduaga Rojas

A Dios porque nada sería posible sin su voluntad. A mi Madre por ser el ángel que Dios puso en la tierra para enseñarme cuán grande es el cielo si la tengo cerca.

A mi esposo compañero de batallas, amigo incondicional, amor verdadero.

A mis hijos mis más grandes tesoros, las más bellas bendiciones.

A mi abuela hermosa por estar presente en mi vida y acompañarme con sus oraciones.

A mi compañera Camila Artunduaga porque aunque el camino no ha sido fácil estuvo siempre para hacer frente con compromiso y entrega.

Lyda Marcela Bermeo Méndez

Resumen

Esta investigación, tiene como propósito analizar la energía solar fotovoltaica como alternativa sostenible de abastecimiento eléctrico en la vereda Charguayaco del municipio de Pitalito Huila, puesto que, esta comunidad presenta un limitado acceso a los servicios de energía eléctrica al ser mínima la cobertura, dificultado el desarrollo de actividades básicas en el ámbito personal y laboral de los habitantes de la zona. El problema se abordó con trabajo de campo realizado a 28 habitantes de la vereda Charguayaco y un análisis documental de experiencias de casos de aplicación de proyectos globales y nacionales de energía solar, bajo una metodología de tipo descriptivo y con enfoque cualitativo, permitiendo, identificar las principales necesidades de energía de la comunidad y describir desde un ámbito socio ambiental la energía solar fotovoltaica, logrando como resultado determinar si ésta, responde como solución a la necesidad presentada en la población objeto de estudio.

Igualmente, este proyecto busca ser precedente para otros estudios, ya que se considera a las fuentes alternas de energía eléctrica según el análisis de resultados de la investigación, una opción de desarrollo económico, social y ambiental sostenible en la vereda objeto de estudio y otras comunidades en situaciones exactas o similares.

Palabras clave: *Energía solar, sistema fotovoltaico, sostenibilidad, energía eléctrica, necesidad energética, impacto social, impacto ambiental.*

Abstract

This research project aims to analyze photovoltaic solar energy, as a sustainable alternative of electricity supply in the Charguayaco rural area in the Municipality of Pitalito in Huila; inasmuch as, this community has limited access to electric power services because coverage is minimal, hindered the development of basic activities in the personal and work environment of the inhabitants of the area. The problem was addressed and solutions were found, involving 28 inhabitants of the Charguayaco rural community and the analysis of the implementation and experiences concerning the application cases of global and national solar energy project were documented, descriptive and qualitative approaches were used in order to identify; this, allowing to identify the main energy needs of the community and describe from a socio-environmental approach the photovoltaic solar energy, achieving as a result to determine if this one, responds as a solution to the need presented in the population under study.

Equally, this project seeks to be a precedent for other studies, as it is considered to alternate power sources based on the analysis of the research results, economic growth opportunities, social and environmental sustainable development in the village under study and other communities in exact or similar situations.

Key words: *Solar energy, photovoltaic system, sustainability, electric power, energy need, social impact, environmental impact.*

Tabla de Contenido

Introducción.....	13
Título.....	15
Línea de investigación.....	15
Sublínea.....	15
1. Planteamiento del Problema	16
1.1. Descripción del Problema	16
1.1.1. Árbol de problemas	17
1.2. Formulación del problema	17
2. Justificación	19
3. Objetivos.....	21
3.1. Objetivo General	21
3.1. Objetivos Específicos	21
4. Marco Referencial.....	22
4.1. Marco Conceptual.....	22
4.1.1. Aspectos generales de la energía	22
4.1.2. Tipos de energía.....	23
4.1.3. Radiación Solar.....	25
4.1.4. Sistemas fotovoltaicos.....	26

4.1.5. Componentes de los Sistemas Fotovoltaicos.....	29
4.2. Marco de Teórico.....	31
4.2.1. Estado del arte.....	33
4.3. Marco legal.....	36
4.3.1. Legislación Colombiana para la generación de energía fotovoltaica	36
4.4. Marco Geográfico	39
4.4.1. Localización	39
4.4.2. Coordenadas	39
4.4.3. Acceso	40
4.4.4. Variación altitudinal.....	41
5. Metodología.....	42
5.1. Tipo de investigación.....	42
5.2. Enfoque	42
5.3. Población.....	42
5.3.1. Muestra	43
5.4. Instrumentos	44
5.4.1. Encuesta	44
5.4.2. Análisis de Documentos.....	44
5.4.3. Consulta de Expertos	45
6. Presupuesto.....	46

7. Cronograma.....	47
8. Identificación de las necesidades de energía en la comunidad de la vereda Charguayaco.....	48
8.1. Análisis de Datos de la Encuesta.....	49
8.1.1. Aspectos Poblacionales.....	49
8.1.2. Aspectos Socioeconómicos.....	52
8.1.3. Aspectos asociados al proyecto de energía Solar.....	57
9. Descripción de la energía solar fotovoltaica como alternativa viable para el suministro de energía eléctrica e impactos sociales y ambientales en la implementación de un sistema solar fotovoltaico.....	63
9.1. Descripción general de la energía solar fotovoltaica como alternativa viable en Charguayaco.....	63
9.1.1. Ventajas de la energía solar fotovoltaica.....	65
9.1.2. Desventajas de la energía solar fotovoltaica.....	66
9.2. Análisis de experiencias de energía solar.....	68
10. Nombre de las Personas que Participaron en el Proceso.....	77
11. Conclusiones.....	78
12. Recomendaciones.....	80
13. Lista de Referencias.....	81
14. Anexos.....	85

Lista de Tablas

Tabla 1. Presupuesto del proyecto de investigación	46
Tabla 2. Cronograma.....	47
Tabla 3. Experiencias a nivel global de energía solar.....	69
Tabla 4. Proyecto Solar Celsia Solar	70
Tabla 5. Proyecto Solar casas campestres Océano Verde.....	71
Tabla 6. Proyecto Piso solar CIAT	72
Tabla 7. Módulos solares Universidad Autónoma de Occidente de Cali	73
Tabla 8. Techo de energía solar	74
Tabla 9. Participantes del proceso investigación.....	77

Lista de Figuras

Figura 1. Árbol de problemas	17
Figura 2. Radicación solar en Colombia.....	26
Figura 3. Clasificación de los sistemas Fotovoltaicos	27
Figura 4. Localización municipio Pitalito, vereda Charguayaco	40
Figura 5. Variación altitudinal vereda Charguayaco	41
Figura 6. Gráfico de torta distribución porcentual por sexo	49
Figura 7. Gráfico de barras distribución datos numéricos por sexo	49
Figura 8. Gráfico de torta distribución porcentual por tiempo de residencia en años	50
Figura 9. Gráfico de barras distribución datos residencia en años	50
Figura 10. Gráfico de torta distribución porcentual por personas que habitan la vivienda	51
Figura 11. Gráfico de barras distribución datos personas que habitan la casa	51
Figura 12. Gráfico de torta distribución porcentual por ocupación	52
Figura 13. Gráfico de barras distribución datos Ocupación.....	52
Figura 14. Gráfico de torta distribución porcentual por Ingreso	53
Figura 15. Gráfico de barras distribución dato Ingreso	53
Figura 16. Gráfico de torta distribución porcentual por aparatos eléctricos.....	54
Figura 17. Gráfico de barras distribución datos aparatos eléctricos	54
Figura 18. Gráfico de torta distribución porcentual procedencia de energía	55

Figura 19. Gráfico de barras distribución datos procedencia de energía	55
Figura 20. Gráfico de torta distribución porcentual percepción del servicio de energía	56
Figura 21. Gráfico de barras distribución datos percepción del servicio de energía.....	56
Figura 22. Gráfico de torta distribución porcentual percepción del tema.....	57
Figura 23. Gráfico de barras distribución datos percepción del tema	57
Figura 24. Gráfico de torta distribución porcentual Información de energía solar	58
Figura 25 Gráfico de barras distribución datos información de energía solar.	58
Figura 26. Gráfico de torta distribución porcentual Interés de implementar energía solar.....	59
Figura 27. Gráfico de barras distribución datos Interés en implementar la energía solar	59
Figura 28. Gráfico de torta distribución porcentual razón para instalación de un sistema solar...	60
Figura 29. Gráfico de barras distribución datos razón para instalación de un sistema solar	60
Figura 30. Gráfico de torta distribución porcentual razón de no aceptación de un sistema solar	61
Figura 31. Gráfico de barras distribución datos razón de no aceptación de un sistema solar	61
Figura 32. Gráfico de torta distribución porcentual razón beneficio para la comunidad al ejecutarse proyecto de energía solar	62
Figura 33. Gráfico de barras distribución datos razón beneficio para la comunidad al ejecutarse proyecto de energía solar	62
Figura 34. Fortalezas y debilidades energía solar	76

Introducción

La energía solar, definida como la cantidad de radiación o energía radiante que recibe la tierra, es una de las fuentes que pertenecen al entorno de las energías renovables y que presenta un gran desarrollo en la actualidad (Fajardo, 2016); esta última, se ha convertido en una alternativa de solución en distintas comunidades a nivel global que presentan condiciones difíciles o nulas relacionadas con el suministro de energía eléctrica ofrecido por la red convencional, generando un alto impacto en las condiciones de vida de los habitantes de zonas urbanas y rurales. En Colombia, es distinta la normatividad referente a sistemas a bases de energía solar, dirigidos a la sostenibilidad ambiental y la generación de energías limpias; sin embargo, han sido tan solo algunos los proyectos que se han desarrollado a nivel nacional, aprovechando la potencialidad en materia de radiación solar; siendo esta, la principal fuente para el funcionamiento de sistemas solares fotovoltaicos.

La presente investigación se encuentra centrada en el análisis del uso de la energía solar fotovoltaica como alternativa de abastecimiento eléctrico en la vereda Charguayaco del municipio de Pitalito Huila; presentando el desarrollo de un primer instante que corresponde a la identificación de las necesidades de energía en la comunidad objeto de estudio, dirigido en campo con la aplicación de encuestas enfocadas cualitativamente en exponer el estado actual de las condiciones energéticas de la población que reside en la vereda Charguayaco .

Seguidamente, mediante el análisis de información consultada en precedentes de anteriores investigaciones, libros, textos científicos y páginas web y que a vez se exterioriza en

experiencias de proyectos ejecutados de energía solar fotovoltaica a nivel global y nacional; se desarrolla el complemento de la investigación, que corresponde a la respuesta de los dos últimos objetivos, orientados a demostrar los beneficios del uso de la energía solar fotovoltaica como fuente de energía eléctrica, visibilizando los principales impactos socio ambientales y económicos sobre una población.

Título

La energía solar fotovoltaica como alternativa sostenible de abastecimiento eléctrico en la vereda Charguayaco del municipio de Pitalito Huila.

Línea de investigación

El proyecto de investigación está enmarcado dentro de la línea de investigación Desarrollo sostenible y competitividad, definido en el acuerdo 101 del 24 de noviembre de 2017, líneas de investigación de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD.

Sublínea

Gestión integral de proyectos

1. Planteamiento del Problema

1.1.Descripción del Problema

“En Colombia la generación de energía eléctrica se basa en el aprovechamiento de la energía hidráulica producida en embalses teniendo una participación del 70%” (Medina, 2018) (pag 13).; porcentaje que demuestra que se tiene un alto grado de dependencia hacia este tipo de energía, teniendo en cuenta que la mayoría de regiones del país suplen sus necesidades energéticas con la hidroenergía; basado principalmente en la utilización de recursos naturales que representan factores de riesgo ambiental, social y económico en una región.

La electricidad convencional tiene cobertura en gran escala nivel mundial, sin embargo, en algunas zonas la prestación del servicio es nulo, limitado y/o costoso, viéndose afectada principalmente la población. El municipio de Pitalito en el departamento del Huila, según el plan de desarrollo municipal (2016-2019) cuenta con una cobertura en servicio de electricidad del 100% en el sector urbano; sin embargo, para el sector rural se evidencia ausencia de éste en siete (7) corregimientos, realizándose el análisis a (63) veredas, dando como resultado que la población afectada por falta del servicio de energía eléctrica está en el orden de 4.662 personas; integrantes de 1.206 viviendas; siendo la vereda Charguayaco una de ellas.

1.1.1. Árbol de problemas.

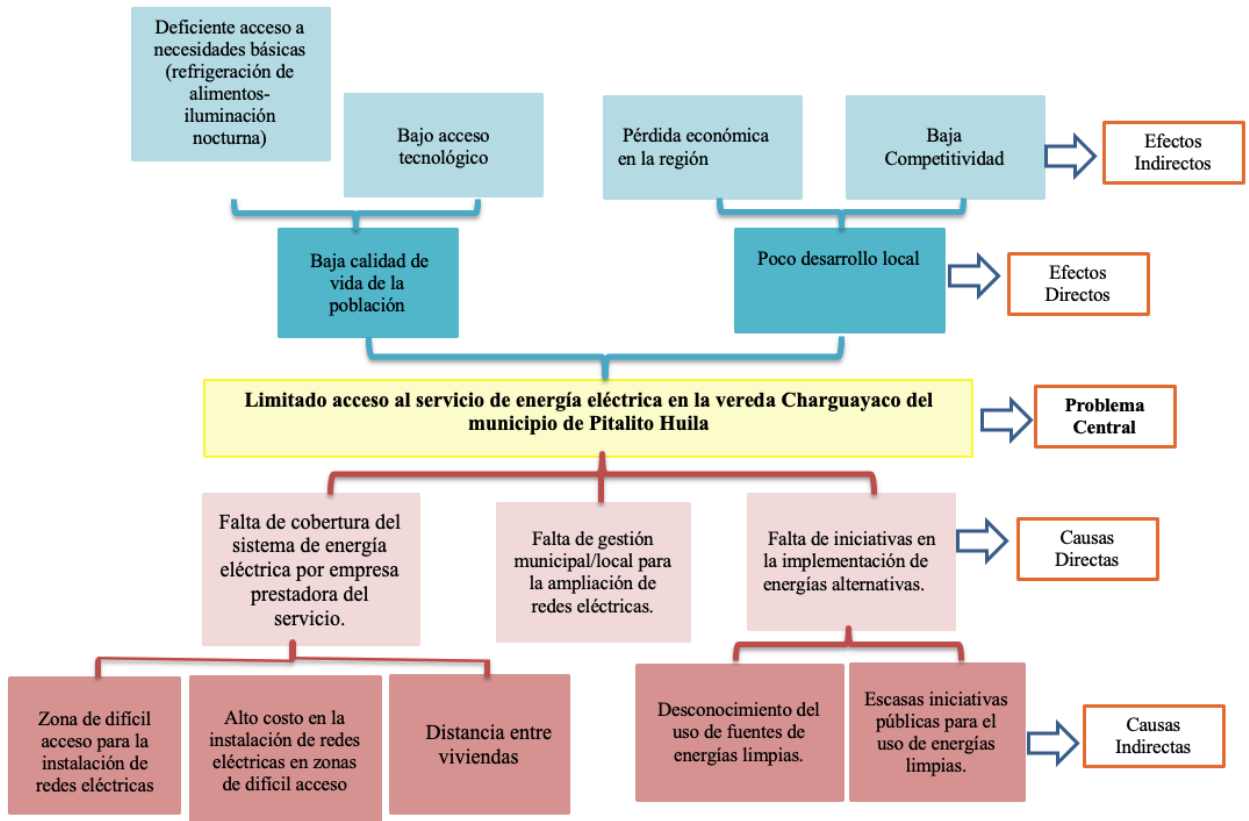


Figura 1. Árbol de Problemas

Fuente: Elaborado por el autor, 2019

1.2. Formulación del problema

La vereda Charguayaco está situada al sur del municipio de Pitalito y según la CAM (2014), cuenta con una población de 550 habitantes y 120 familias, con 112 viviendas en el sector, de las cuales el servicio de energía eléctrica solo cubre el 10% de estas; teniendo una cobertura mínima del servicio debido principalmente al difícil acceso para llegar a las viviendas que se encuentran

dispersas entre sí, alejadas de la red del casco urbano, generando un alto costo en la ampliación de la cobertura hasta la zona afectada; como consecuencia los habitantes carentes del servicio eléctrico de la vereda Charguayaco, presentan limitaciones en el desarrollo de actividades personales, familiares y productivas, tales como dar uso a electrodomésticos, herramientas tecnológicas, iluminación nocturna, desarrollo de labores agropecuarias; que influyen directamente en el incremento de necesidades básicas insatisfechas, ilegalidad de uso de redes eléctricas y retraso en el desarrollo de la región.

De acuerdo con el contexto anterior se evidencia una deficiencia en el servicio de energía eléctrica en la vereda Charguayaco del municipio de Pitalito Huila, siendo este un factor importante para el desarrollo de la comunidad. Por lo que se formula la siguiente pregunta razón de esta investigación:

¿Podría ser la energía solar fotovoltaica la alternativa de solución al problema de abastecimiento eléctrico en la vereda Charguayaco del municipio de Pitalito Huila?

2. Justificación

Con el fin de suplir las necesidades básicas de una población en constante crecimiento y con una mayor demanda energética tanto mundial como nacional se ha llevado un aumento del uso de diferentes tipos de generación eléctrica tanto de formas convencionales y no convencionales, en zonas aisladas, de difícil acceso y apartadas de las grandes ciudades, donde la generación eléctrica de formas convencionales se ve afectada y limitada además de ser muy costosa (Barrera & Castilla, 2018); presentándose en Colombia según el SIEL (2016), un total de 14.358.202 viviendas, de las cuales 427.697 no cuentan con servicio de energía eléctrica.

La zona rural es la más expuesta al limitado servicio de energía eléctrica, siendo esta población de gran importancia en todos los países, existiendo en las zonas no interconectadas (ZNI) el origen de los recursos fundamentales como el agua, fuentes de oxígeno y alimentos básicos; las cifras reflejan desigualdades económicas y falta de acceso a los servicios básicos necesarios (Marín & Quintero, 2017). Es así, como las fuentes no convencionales de energía se presentan como una solución para la generación de energía eléctrica aprovechando los recursos renovables abundantes en la región y que a la vez sea amable con el medio ambiente.

De acuerdo a los altos índices de radiación solar en la zona, según el atlas de Radiación solar, ultravioleta y ozono de Colombia; el cual se enmarca de 4.5 – 5.0 kWh/m²; La generación de energía renovable es una alternativa que permite solucionar el suministro energético a una población objetivo en base a fuentes naturales inagotables, como la energía solar en base a celdas fotovoltaicas (Galvis & Gutierrez, 2013).

La implementación del sistema de energía solar fotovoltaica permitirá que la comunidad, especialmente en zonas de difícil acceso, hagan uso de los beneficios de la energía eléctrica que antes no gozaban (Gonzales, Zambrano, & Estrada, 2014); permitiéndoles disfrutar de suministro continuo de energía eléctrica a nivel del núcleo familiar facilitando el uso de electrodomésticos para las actividades diarias, iluminación nocturna y acceder a medios que permitan el desarrollo cultural y académico como la televisión y el internet; mejorando de esta forma la calidad de vida (Galvis & Gutierrez, 2013).

Según el contexto anterior, este proyecto considera analizar la energía solar fotovoltaica como alternativa sostenible de abastecimiento eléctrico en la vereda Charguayaco del municipio de Pitalito Huila; teniendo en cuenta que se convierte en una estrategia alterna de energía sostenible, aprovechando los recursos naturales (sol), ligado a un desarrollo económico, social y ambiental, generando calidad de vida para poblaciones actuales y futuras en la región. Esta investigación, además, se plantea como precedente para el desarrollo de energías renovables (energía solar fotovoltaica); en zonas rurales a nivel nacional que se encuentran interconectadas del servicio eléctrico.

3. Objetivos

3.1.Objetivo General

Analizar el uso de la energía solar fotovoltaica como alternativa sostenible de abastecimiento eléctrico en la vereda Charguayaco del municipio de Pitalito Huila.

3.2.Objetivos Específicos

- Identificar las necesidades de energía en la comunidad de la vereda Charguayaco de Pitalito Huila.
- Describir cómo la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica es una alternativa viable para el suministro de energía en la comunidad de la vereda Charguayaco de Pitalito Huila.
- Identificar los impactos sociales y ambientales de la implementación de un sistema solar fotovoltaico en las viviendas de la vereda Charguayaco del municipio de Pitalito Huila.

4. Marco Referencial

4.1.Marco Conceptual

4.1.1. Aspectos generales de la energía

Debido al incremento de la población y la constante necesidad del hombre a la utilización de energía en su vida, se ha hecho indispensable la producción de electricidad para complementar las necesidades del ser humano. La reducción de los gases efecto invernadero y la constante polución por las diferentes fábricas, son uno de los puntos más importantes para pensar en el uso de diferentes alternativas de obtención de electricidad (Escobar, 2013). Es así donde se considera a la energía solar como una alternativa energética limpia que produce menor cantidad de emisiones contaminantes que los tipos de energía convencionales.

Actualmente, la mayoría de países desarrollados trabajan alrededor de distintos programas de transición de energías mediante políticas que incentivan el uso de energías no convencional; siendo la Agencia Internacional de Energía (IEA), la que estima que para el año 2050 la participación de la energía solar fotovoltaica como fuente será del 11% a nivel mundial y que tendrá costos y competitividad comparable con los precios de la electricidad en red hacia el año 2020 (UPME, 2015).

4.1.2. Tipos de energía

Energía no renovable.

Unas de las opciones tradicionales de producción energética han sido mediante energías no renovables, las cuales se caracterizan por ser consumidas en un periodo de tiempo muy inferior al necesario para su formación; como los combustibles fósiles (petróleo, gas natural, carbón). Los inconvenientes principales derivados de su utilización son el propio agotamiento del recurso y la elevada contaminación que causan, tanto por la generación de residuos, como por las alteraciones medioambientales (Guevara & Perez, 2015); es por ello que es una de las causas principales del inicio de la utilización de energías renovables que permita contrarrestar el daño que se ha generado al hacer uso de energías no renovables.

Energía renovable.

Se consideran renovables debido a que son sostenibles y no ponen en riesgo de agotamiento futuro los recursos. Además de ser respetuosas con el medio ambiente, no ocasionan efectos negativos sobre el entorno y los impactos ambientales son mucho menores que los producidos por las energías no renovables (Valentin, 2012). Estas energías desarrollan un papel fundamental dirigido hacia un cambio energético, proyectado en democratización y descentralización del sistema tradicional; permitiendo a la población la elección del uso de energía que más se ajuste a sus condiciones y necesidades, beneficiándose económicamente; además de ser un aporte a la mitigación del cambio climático a nivel global.

Hydroenergía.

La hidroenergía se obtiene debido a la energía potencial producida por los saltos de agua dados por una diferencia entre las alturas de 2 o más puntos del curso de una fuente de agua. Las centrales hidroeléctricas usan el movimiento de las turbinas para transformar la energía potencial en energía eléctrica (Mendez & Cuervo, 2011). Lo que se debe considerar es que esta fuente de energía trae consigo impactos ambientales negativos en los ecosistemas como: ciénagas, humedales, pantanos, ríos, quebradas, donde habitan diversas especies de flora y fauna; afectando en mayor proporción a las poblaciones cercanas a las represas (Sanchez, 2013).

Energía Solar.

La energía solar se define como el resultado de reacciones nucleares generadas en el interior del sol y que llega a la atmósfera y superficie terrestre en partículas de energía denominadas fotones, su intensidad depende principalmente de la latitud y en segunda medida de la época del año y la hora del día (Fajardo J. S., 2016). De esta manera, son diferentes las aproximaciones que se han llevado a cabo para determinar la energía solar como fuente de energía eléctrica alterna en varios ámbitos en zonas rurales y urbanas a nivel mundial.

El aprovechamiento de la energía solar se da de dos formas:

Energía Solar térmica.

Cosiste en el aprovechamiento de la energía procedente del sol para transferirla a un medio portador de calor, generalmente agua o aire; la energía solar en forma de calor es absorbida por un panel solar térmico o colector y transferida al medio (agua y/o aire) para elevar su temperatura como es el caso de las plantas de energía solar térmica que generan electricidad de manera indirecta; el calor de los rayos del sol se recolecta y se usa para calentar un fluido, el vapor producido a partir del fluido calentado alimenta un generador que produce electricidad.

Los sistemas térmicos solares son una forma de satisfacer las necesidades para aplicación de calefacción, climatización y calentamiento de agua.

Energía Solar Fotovoltaica.

La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica.

4.1.3. Radiación Solar

Para la implementación de sistemas de energía solar, el principal aspecto a tener en cuenta es el promedio de radiación solar en la zona de estudio, ya que la eficiencia de tales sistemas depende de las horas de sol con que se cuente diariamente.

Se presenta según el Atlas Climático de Colombia del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM, mostrado en la Figura 2, el nivel de radiación solar en Colombia.

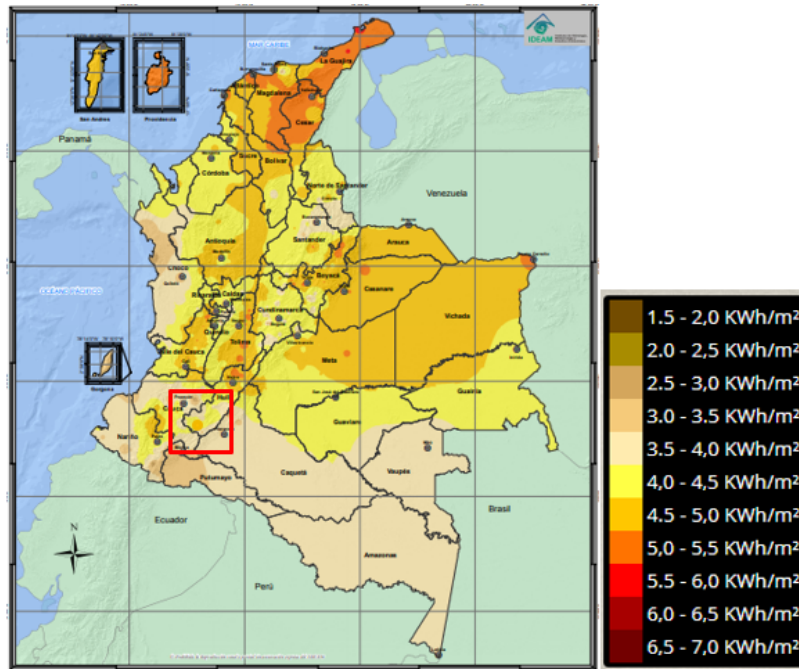


Figura 2. Radiación solar en Colombia

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM

4.1.4. Sistemas fotovoltaicos

Según lo descrito por (Perpiñan, 2018), los sistemas fotovoltaicos son un conjunto de dispositivos eléctricos y electrónicos que producen energía eléctrica a partir de la radiación solar. El principal componente de este sistema es el módulo fotovoltaico, a su vez compuesto por células que tienen la propiedad de absorber fotones y emitir electrones, dando como resultado energía eléctrica de corriente continua. El resto de los equipos incluidos en un sistema fotovoltaico depende en gran medida de la aplicación a la que está destinado.

Clasificación de los sistemas fotovoltaicos – Perpiñan.

De acuerdo con Perpiñán, los sistemas fotovoltaicos pueden clasificarse en tres grandes grupos, ver Figura 3 conectados a red (grid connected), autónomos (off-grid) y de bombeo; presentados anteriormente en el marco conceptual de esta investigación.

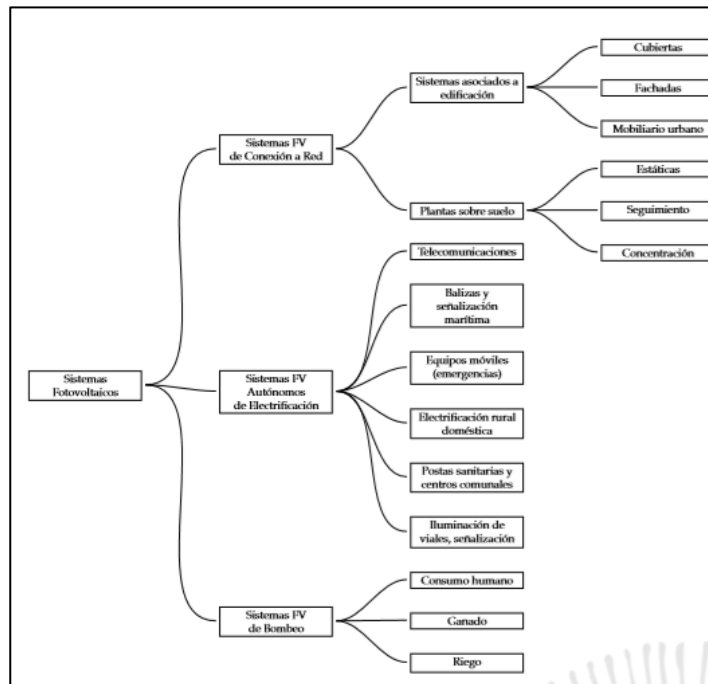


Figura 3. Clasificación sistemas fotovoltaicos

Fuente: Energía solar fotovoltaica - Oscar Perpiñán Lamigueiro

Conectados a red (grid connected).

Los sistemas conectados a red producen energía eléctrica para ser inyectada íntegramente en la red convencional. Dado que no deben satisfacer ninguna demanda de consumo de forma directa ni garantizar el mismo, no necesitan incorporar equipos de acumulación de energía.

Bombeo.

Un sistema fotovoltaico de bombeo (SFB) emplea un generador fotovoltaico para alimentar una motobomba y extraer agua de un pozo, almacenarla en un depósito o transportarla de un lugar a otro.

Autónomos (off-grid).

Estos sistemas abarcan una variedad muy amplia de aplicaciones. Su denominador común es la necesidad de satisfacer una demanda energética determinada. Estos sistemas pueden ser clasificados en tres grupos por razón de su aplicación asociada: profesionales, electrificación rural y pequeño consumo.

Para el desarrollo de la presente investigación, la electrificación rural se enmarca en las opciones de mejora al problema planteado; describiéndose esta como sistemas que suministran energía eléctrica a poblaciones rurales alejadas de redes eléctricas convencionales, donde predominan los sistemas domésticos (solar home systems, SHS), las centrales híbridas y los sistemas de bombeo. Tanto los sistemas domésticos como las centrales híbridas proporcionan energía para alimentar equipos de iluminación, radio, televisión y pequeñas herramientas eléctricas.

4.1.5. Componentes de los Sistemas Fotovoltaicos.

Módulo Fotovoltaico.

Los módulos fotovoltaicos o paneles solares son dispositivos que se utilizan para capturar la luz del sol, contienen un conjunto de células solares o células fotovoltaicas que convierten la luz en electricidad. Las células solares tienen efecto fotovoltaico para absorber la energía la energía del sol y hacer que la corriente eléctrica fluya entre dos capas cargadas en dirección opuesta.

Células Fotovoltaicas.

Son unos elementos formados de material semiconductor, normalmente silicio. Las células fotovoltaicas están compuestas por una delgada capa de material tipo n (electrón libre) y otra de mayor espesor de material tipo p (hueco disponible), en la unión de estas capas se forma el campo eléctrico.

La luz está formada por partículas, los fotones, que transportan energía. Cuando un fotón con suficiente energía golpea la célula, es absorbido por materiales semiconductores y libera un electrón. El electrón una vez libre, deja atrás de si una carga positiva llamada hueco. Por lo tanto, cuanto mayor será la cantidad de fotones que golpean la célula, tanto más numerosas serán las parejas electrón-hueco producidas por el efecto fotovoltaico y por lo tanto más elevada la cantidad de corriente producida. (Congreso Internacional SOMIM, 2017)

Regulador de Carga.

Es un dispositivo encargado de controlar constantemente el estado de carga de las baterías, regulando la intensidad de carga para alargar la vida útil de éstas, controlando la entrada de corriente proveniente del panel solar a fin de evitar que se produzca sobrecargas y sobre descargas en las baterías. El regulador de carga permite aprovechar al máximo la energía suministrada por el generador fotovoltaico. (Abella M. A., 2017)

Batería.

También llamados acumuladores fotovoltaicos se utilizan principalmente como sistema de almacenamiento energético, debido al desplazamiento temporal que puede existir entre los periodos de generación y los periodos de consumo permitiendo la operación de las cargas cuando el generador fotovoltaico por sí mismo no puede suministrar la potencia necesaria para abastecer el consumo requerido.

Inversor.

Dispositivo electrónico que convierte la energía continua en corriente alterna. Habitualmente en sistemas fotovoltaicos autónomos el inversor está conectado a una batería

4.2.Marco de Teórico

El continuo desarrollo del hombre en el mundo ha creado la necesidad energética, por lo que se hace necesario desarrollar procesos de generación de energía limpia y sostenible, tendientes a conservar el ambiente, capaces de utilizar recursos no limitados como lo son el carbón y el petróleo, los cuales actualmente participan con el 60% de la generación eléctrica mundial (Eraso Checa & Erazo de la cruz). Siendo así, es preciso tener en cuenta que el efecto fotovoltaico fue descubierto por parte del físico francés Edmond Becquerel, quién en el año de 1839 observó aumento de generación de energía eléctrica entre dos electrodos metálicos sumergidos en un electrolito cuando se exponían a la luz (Roldán, 2010).

Siguiendo los estudios de inglés William Grylls Adams, junto con Richard Evans Day en 1887, donde se distingue, el descubrimiento de que la exposición de selenio a la luz generaba electricidad, creándose así la primera célula fotovoltaica de selenio (Kilowatts Born Solar, 2018). Igualmente, para el año 1946 el investigador estadounidense Rusell Ohl patentó la primera célula solar de silicio que permitió que en 1954 la compañía “Laboratorios Bell” fabricara el primer módulo fotovoltaico experimental (Ortiz, 2019); de esta manera en procesos de perfección, distintos países a nivel mundial han venido desarrollando acercamientos que han permitido utilizar la energía solar fotovoltaica como una alternativa de electricidad en distintos campos; teniendo como referencia su utilización por los Estados Unidos en 1960 en satélites espaciales y seguidamente en la década de 1970 en la utilización industrial de energía solar por medio de paneles.

Los paneles solares se utilizan en innumerables aplicaciones y se estima que hay cerca de 230 GW de potencia fotovoltaica instalada en todo el mundo (Acevedo, 2016). En países como Colombia donde se tiene una gran dependencia de fuentes de energía que implican el uso desmedido de recursos naturales, como petróleo, carbón y el agua (hidroenergía); se busca suplir la demanda de energía eléctrica en zonas urbanas y rurales de manera eficiente, convirtiéndose la energía solar fotovoltaica en una de las mejores opciones.

Las instalaciones solares fotovoltaicas se conocieron en Colombia en el año de 1980 cuando la antigua empresa estatal de telecomunicaciones (Telecom) las utilizó para sus sistemas de comunicación asistidos por estudios de la Universidad Nacional; posteriormente, entre los años de 1985 y 1994 se importaron cerca de 49000 paneles solares para una capacidad total de 2 MW de generación de energía eléctrica de los cuales se incluyeron en los programas de electrificación rural cerca de 1 MW (Acevedo, 2016); sin embargo, las iniciativas tomadas hacia esta fuente de energía por parte del gobierno y personería natural y jurídica no ha sido la más receptiva por posibles temas de desconocimiento en el desarrollo de la misma y los beneficios que atrae en al ámbito social, ambiental y económico.

La energía solar fotovoltaica actualmente es la segunda fuente de energía renovable más utilizada o implementada en el mundo, después de la eólica. Esto se debe a que brinda soluciones a un sin número de problemáticas económicas y medioambientales; llevando a la reducción del uso y precios a nivel nacional en las fuentes de energía tradicionales y desde luego su aporte a la protección del medio ambiente.

De esta manera, son diferentes las aproximaciones que se han llevado a cabo para determinar la energía solar como fuente de energía eléctrica alterna en varios ámbitos en zonas rurales y urbanas a nivel mundial; donde se considera de vital importancia revisar desde el punto de vista de la teoría de Oscar Perpiñán Lamigueiro y Miguel Alfonso Abella; teniendo en cuenta que la demanda energética en Colombia y en el mundo cada vez es mayor, debido al crecimiento de la población y la industria, incrementando el consumo energético y trayendo consigo problemas económicos, sociales y ambientales (Gómez, Murcia, & Cabeza, 2017); haciéndose necesario abordar fuentes de energía amigables con el medio ambiente y de fácil interconexión en zonas aisladas, que suplan la necesidad eléctrica presentada.

4.2.1. Estado del arte

Experiencias en energía solar a nivel global, nacional y local.

Energía solar fotovoltaica a nivel internacional.

Según (SGICFNCER, 2016), existen en el mundo ciertos Proyecto de gran envergadura enfocados en el uso de la energía solar fotovoltaica, siendo alguno de ellos:

- La central más importante está ubicada en California, Estados Unidos. Tiene una capacidad para generar 1.096 GW/h al año, suficiente para dar electricidad a 180.000 hogares. Esta, por ahora, es la planta fotovoltaica más grande del mundo, con más de 9 millones de paneles solares y se desarrolla en un área de 26 kilómetros cuadrados.

- Proyecto Mesquite Solar: Otra región rica en el recurso solar es el sur de Arizona. Con 413 GW al año el Proyecto Mesquite Solar está bien situado, a 100 kilómetros de la gran área metropolitana de Phoenix. Tiene el potencial para alimentar 260.000 hogares. La planta está a cargo de la eléctrica estadounidense, Sempra Energy con 800.000 paneles suministrados por el fabricante chino Suntech Power.

América latina.

Los países de América Latina en los cuales se ha encontrado un índice de progreso en el tema de las energías renovables son: Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Colombia, Bolivia, Ecuador, Perú, Venezuela, Argentina, Chile, Paraguay, Uruguay y con amplia trayectoria México y Brasil. Estos últimos analizados independientemente ya que han sido países con mayor protagonismo en el tema de las energías renovables, con desarrollo en inversiones más significativas de la región (Medina & Vanegas, Energías Renovables un futuro óptima para Colombia).

Países como México, han sido pilar en América latina para el desarrollo de energías renovables, contando con una de las plantas más grandes; así como la implementación y puesta en marcha del del parque “Amanecer Solar CAP” en Chile; siendo este considerado como el parque fotovoltaico más grande a nivel Latinoamérica, representando un componente esencial a nivel mundial.

Energía solar fotovoltaica en Colombia.

Colombia cuenta con un potencial positivo de energía solar fotovoltaica frente al resto del mundo; aunque se presentan variaciones, los datos evidencian que en todo el territorio el promedio de irradiación solar es alto (Checa & De la cruz, s. f).

Por eso el Gobierno Nacional en los últimos años ha invertido en el desarrollo y aplicación de tecnologías alternativas de producción de energía, que funcionen con recursos renovables, para solucionar el problema de la crisis energética mundial y contribuir a un medio ambiente más limpio. (Ministerio de educación de Colombia, 2013, p).

Aunque se ha tenido pequeñas iniciativas de energía renovables históricas en el país; una de las implementaciones reciente (2015) de energía solar fotovoltaica en Colombia, dio lugar en la institución pública: Ramón B. Jimeno en Bogotá abastecido 100% con energía solar, contando con la instalación de 148 paneles solares; Proyecto que fue impulsado y desarrollado por la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá – EAB.

La región caribe se identifica en el país como foco para el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica, desarrollando iniciativas como en la Institución Educativa Martinica en la zona rural de Montería, convirtiéndose en el primer Colegio en Colombia que funciona con energía solar en el país.

Igualmente, zonas como la Guajira, valle del cauca (Cali-Yumbo) y Huila, están apostando fuertemente en el desarrollo de energías limpias en empresas, fabricas, conjuntos residenciales, granjas, entre otros; con lo cual se permita una reducción en los costos de energía eléctrica y una amplia contribución a la protección ambiental.

4.3. Marco legal

4.3.1. Legislación Colombiana para la generación de energía fotovoltaica

En Colombia de acuerdo con el Decreto Nacional 1076 de 2015, solo se requieren permisos, concesiones o autorizaciones de tipo ambiental para aquellos proyectos, obras o actividades que van a usar o aprovechar el medio ambiente o los recursos naturales renovables, por tal razón, si un proyecto de generación de energía eléctrica a partir de energía solar solo va a ocupar el techo de una edificación, no requiere ningún tipo de autorización o permiso de la autoridad ambiental (Rosas & Rincón , 2019).

Para el año 2014, fue aprobada por el Congreso de la República de Colombia la Ley 1715 de 2014, “Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional”, Ley por medio de la cual se expide el marco normativo colombiano para la promoción y desarrollo de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia (Estudio Legal Hernández Abogados y Asociados, 2019).

Hasta el momento el gobierno nacional y demás entidades de ley han reglamentado leyes, decretos y resoluciones referentes a energías renovables en Colombia, tomando las que tienen relación con generación de energía a base de la energía solar; siendo estas las que se presentan a continuación:

- Ley 99 de 1993: Generación de energía a partir de fuentes no contaminantes.

- Ley 29 de 1999 y Decreto 393 de 1991: Con esta y este Decreto, el Gobierno Nacional impulsó la investigación en el uso racional de la energía, a través de Colciencias.
- Resolución 0549 de 2015: Obliga a los constructores a cumplir los parámetros de construcción sostenible para el ahorro de energía y agua.
- Ley 1715 de 2014: Se creó con el fin de reglamentar la integración de las energías renovables no convencionales al sistema eléctrico nacional.
- Ley 143 de 1994: Dice que todo aquel que produce energía exclusivamente para atender sus necesidades es un auto generador. La Resolución CREG 030 de 2018 regula a los auto generadores de energía a pequeña escala (AGPE), los cuales que se dividen en 2 grupos: aquellos con capacidad inferior a 100 kW y los que se encuentran entre 1000 kW y 5000 kW.
- Ley 629 de 2000: Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecho en Kyoto el 11 de diciembre de 1997. El objetivo de este Protocolo era reducir las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI).
- Ley 697 de 2001: Utilización de energías alternativas con fines de sostenibilidad.
- Decreto 2469 de 2014 “Por el cual se establecen los lineamientos de política energética en materia de entrega de excedentes de autogeneración”.
- Resolución UPME 0281 de 2015 “Por la cual se define el límite máximo de potencia de la autogeneración a pequeña escala”.
- Resolución Ministerio de Ambiente 1283 de 8 agosto de 2016 “Por la cual se establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables –

FNCER y gestión eficiente de la energía, para obtener los beneficios tributarios de que tratan los artículos 11, 12, 13 y 14 de la Ley 1715 de 2014 y se adoptan otras determinaciones”.

- Resolución CREG 201 de 2017 “Por la cual se modifica la Resolución CREG 243 de 2016, que define la metodología para determinar la energía firme para el Cargo por Confiabilidad, ENFICC, de plantas solares fotovoltaicas”.
- Resolución CREG 030 de 2018 “Por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional”.
- Resolución CREG 038 de 2018 “Por la cual se regula la actividad de autogeneración en las zonas no interconectadas y se dictan algunas disposiciones sobre la generación distribuida en las zonas no interconectadas”.

Incidencia en el proyecto.

Mediante estas leyes, resoluciones y decretos se promueve la investigación, promoción y uso de nuevas alternativas de energía, principalmente de carácter renovable, haciendo énfasis en la investigación de tecnologías limpias para la producción de energía, teniendo en cuenta el uso racional de los recursos naturales; además de ser una reglamentación establecida con el fin principal de apoyar e incentivar el uso de programas alternos de energía eléctrica que cumplan con los requerimientos mínimos de eficiencia dispuestos sin afectar el medio ambiente y la calidad de vida de la población.

4.4.Marco Geográfico

4.4.1. Localización

El presente proyecto de investigación se desarrolla en la vereda Charguayaco la cual está situada al sur del municipio de Pitalito Huila, a una altura de 1.431 m.s.n.m., limitando con la vereda Honda Porvenir al norte, al oriente con Santa Rita y Resinas, al sur con Costa Rica y al occidente con Paraíso Charguayaco, Ver figura 4. Según la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, la vereda de Charguayaco cuenta con una población de 550 habitantes y 120 familias y tiene 112 viviendas.

4.4.2. Coordenadas

Su ubicación se enmarca en las coordenadas geográficas:

Latitud 1°46'55.67"

Longitud 76°02'46.54"

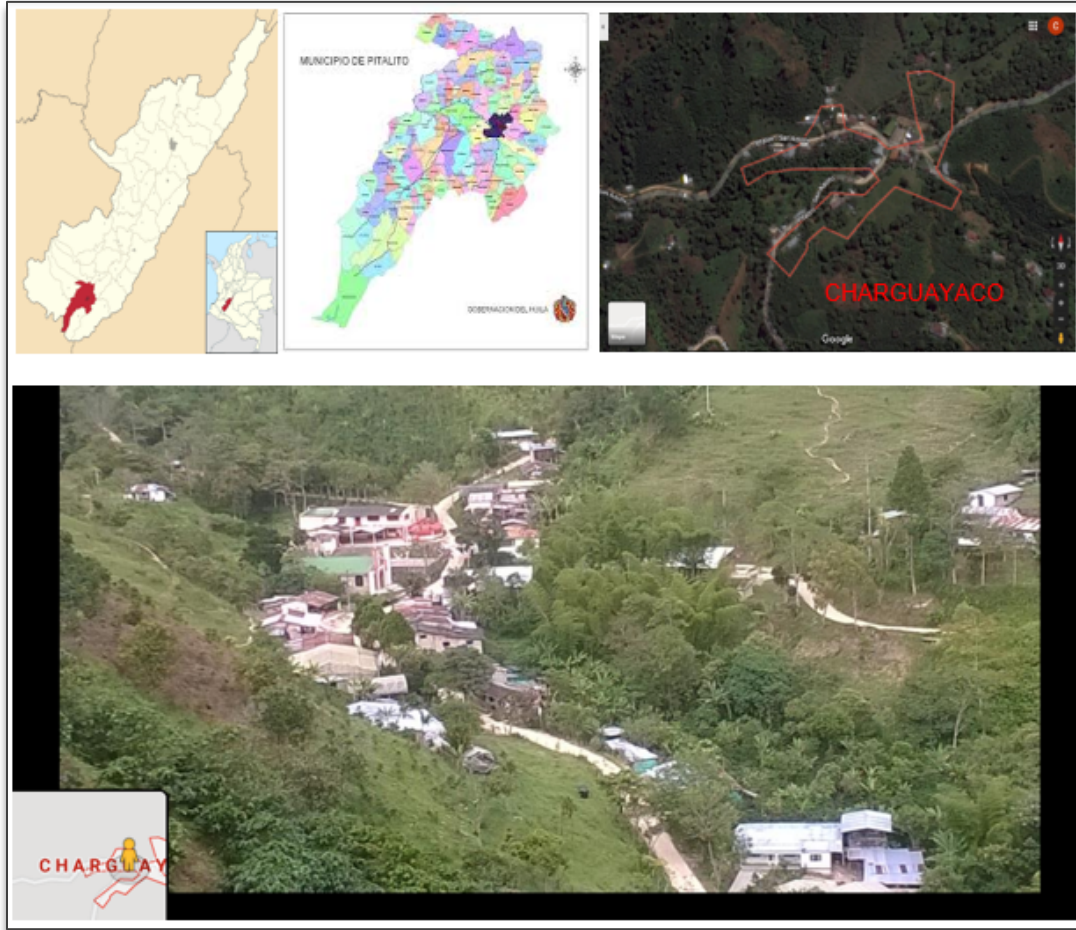


Figura 4. Localización Municipio de Pitalito -Vereda Charguayaco
Fuente: Google Earth

4.4.3. Acceso

El acceso a la vereda Charguayaco se realiza saliendo del casco urbano del municipio de Pitalito hacia el sur, a 25 Km, siendo toda la vía destapada y en regular estado.

4.4.4. Variación altitudinal

La vereda Charguayaco del municipio de Pitalito, se encuentra en medio de zona montañosa que se encuentran desde los 1.400 m.s.n.m. hasta los 1.500 m.s.n.m. Ver Figura 5.

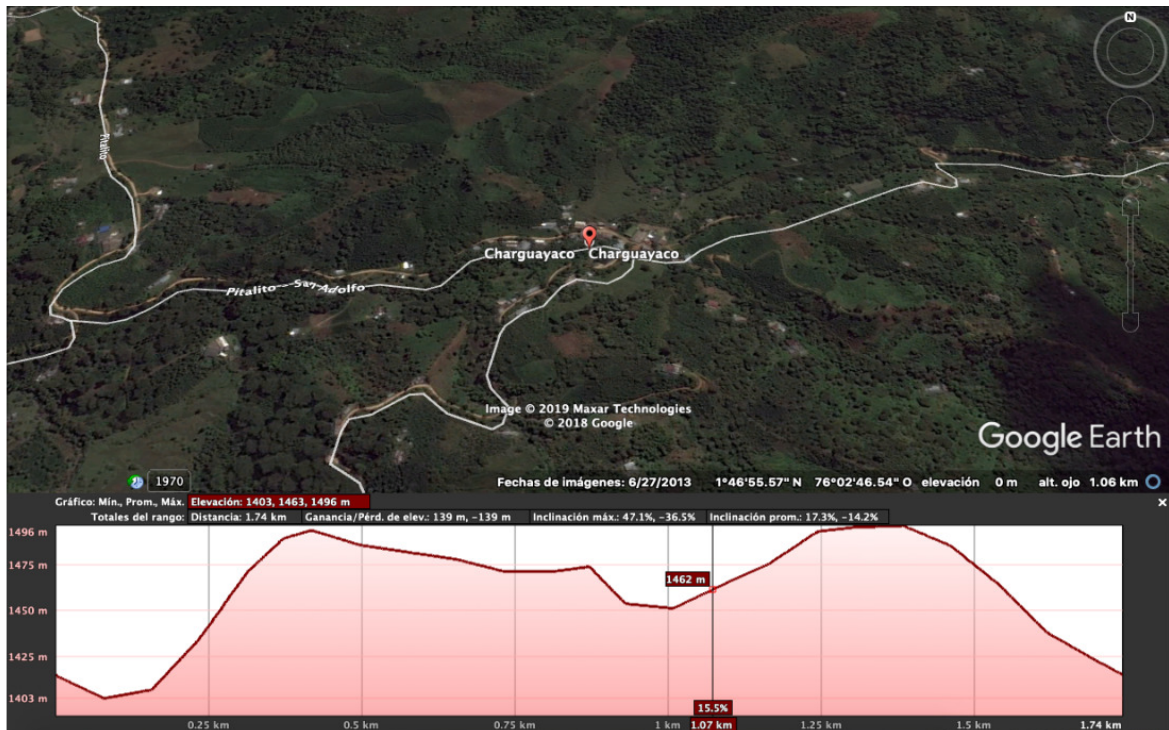


Figura 5. Variación altitudinal Vereda Charguayaco

Fuente: Google Earth

5. Metodología

5.1. Tipo de investigación

Se utilizara el tipo de investigación cualitativa, teniendo en cuenta que se pretende comprender una realidad identificada como es el limitado acceso al servicio de energía eléctrica en la vereda de Charguayaco de Pitalito Huila, ésta investigación es de índole interpretativa considerando lo que la comunidad dice, piensa, siente o hace, sus patrones culturales, relaciones interpersonales y con el medio social; pretendiendo describir o generar teoría a partir de la información recolectada (Lerma González, 2009).

5.2. Enfoque

El enfoque de la Investigación es el descriptivo teniendo como objeto de estudio la propuesta de energía solar fotovoltaica como alternativa sostenible de abastecimiento eléctrico en la vereda Charguayaco del municipio de Pitalito Huila.

5.3. Población

Según la CAM (2014) la vereda Charguayaco de Pitalito Huila cuenta con una población de 550 habitantes, conformada por 120 familias, con 112 viviendas en el sector, de las cuales el servicio de energía eléctrica solo cubre el 10% de estas, es decir sólo 11,2 viviendas cuentan con servicio de energía.

Para la aplicación de los Instrumentos de recolección de información se tendrá en cuenta las 112 viviendas del Sector como población, de las cuales se sacará conclusiones que aporten a dar solución al problema de investigación.

5.3.1. Muestra

La muestra es de tipo no probabilístico teniendo en cuenta que los fines de la investigación son proponer la energía solar fotovoltaica como una alternativa sostenible de abastecimiento eléctrico en la comunidad de la vereda Charguayaco de Pitalito Huila, de manera que se puedan mejorar las condiciones de vida de la comunidad pues actualmente presentan un limitado acceso al servicio de energía eléctrica y a la vez se logre contribuir con la conservación del medio ambiente.

La técnica no probabilística será la intencional o discrecional pues para la aplicación de los instrumentos de recolección de información se seleccionaran los sujetos que por sus características puedan suministrar información relevante para el desarrollo del objetivo; como son las personas que hacen parte de la junta de acción comunal y los líderes de la vereda Charguayaco de Pitalito, que conocen con claridad las condiciones y necesidades de la comunidad por lo que se tomará como muestra 28 viviendas que corresponden a un 25% de las 112 viviendas totales de la vereda.

5.4.Instrumentos

Los instrumentos de recolección de información que se aplicaran para el desarrollo de los objetivos propuestos son de tipo técnico y se describen a continuación:

5.4.1. Encuesta

Es una técnica que permite recolectar información sin modificar el entorno, se aplicará la encuesta de forma personal utilizando un cuestionario prediseñado con preguntas cerradas a manera de garantizar respuestas concretas con la intencionalidad de dar solución al desarrollo de los objetivos propuestos.

Se aplicará el mismo cuestionario para toda la muestra.

5.4.2. Análisis de Documentos

El análisis de documentos se basa en reunir, seleccionar y analizar datos que están en forma de documentos físicos y/o en medios digitales que estudian el tema de investigación; esta herramienta ha servido para construir el marco referencial que contiene a su vez el marco conceptual, marco teórico, estado del arte, marco referencial, marco geográfico y a continuación para dar respuesta a los objetivos.

5.4.3. Consulta de Expertos

Es un método de verificación y/o validación que es utilizado para descartar errores

La consulta de expertos se define como el juicio que se brinda sobre la base de la experiencia en un área de aplicación, área de conocimiento, disciplina, industria, entre otras; según resulte apropiado para verificar o validar la actividad, proceso o proyecto que se está ejecutando. Dicha Pericia puede ser proporcionada por cualquier grupo o persona con educación, conocimiento, habilidad, experiencia o capacitación especializada. (Project Management Institute, 2017)

Para el desarrollo del proyecto denominado la energía solar fotovoltaica como alternativa sostenible de abastecimiento eléctrico en la vereda Charguayaco del municipio de Pitalito Huila, se consultó permanentemente mediante comunicación vía Skype, correo electrónico y vía telefónica con el doctor Germán Alfredo López Montezuma, Administrador Financiero, Especialista en Finanzas, Magister en Docencia Universitaria, Doctor (c) of Educartión in Educational Technology, Diplomado en Educación a Distancia, Diplomado en Dirección de curso Virtual, Diplomado en Diseño AVA para entornos virtuales, Certificado en competencias como Director de Curso Virtual y Diseñador de AVA para entornos virtuales, integrante del grupo de investigación Sindamanoy categorizado por Colciencias, Par Académico del Ministerio de Educación Nacional, Tesorero del Nodo Nariño de Semilleros de Investigación adscrito a la RedColsi.

Con el doctor Julio Cesar Hernández Gutiérrez, docente de la Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios ECACEN y el doctor Amalio Segundo Otero quien es también docente de la Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios ECACEN de la Universidad Nacional abierta y a distancia UNAD.

6. Presupuesto

RECURSO	DESCRIPCION	PRESUPUESTO (\$)
EQUIPO HUMANO	2 profesionales especialización de proyectos x 4 meses	\$16.000.000
EQUIPOS Y SOFTWARE	2 equipos de cómputo – Impresora	\$4.000.000
VIAJES Y SALIDAS DE CAMPO	N/A	-
MATERIALES Y SUMINISTROS	Papelería x 4 meses	\$200.000
BIBLIOGRAFÍA	Material pedagógico biblioteca virtual UNAD	\$320.000
TOTAL		\$20.200.000

Tabla 1. Presupuesto del proyecto de investigación
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

7. Cronograma

No.	ACTIVIDADES	SEP	OCT	NOV	DIC
		2019	2019	2019	2019
1	Selección del tema de investigación				
2	Planteamiento del problema				
3	Descripción del problema de investigación				
4	Justificación de la investigación				
5	Objetivos de la investigación				
6	Marco conceptual				
7	Marco Teórico				
8	Marco Legal				
9	Marco Geográfico				
10	Diseño y aplicación de la Metodología				
11	Procesamiento de la información				
12	Análisis e Interpretación de datos				
13	Formulación de conclusiones y recomendaciones				
14	Revisión final				
15	Entrega de Documento Final				
16	Sustentación				

Tabla 2. Presupuesto del proyecto de investigación

Fuente: Elaborado por el autor, 2019

8. Identificación de las necesidades de energía en la comunidad de la vereda Charguayaco de Pitalito Huila.

Para la identificación de las necesidades de energía en la comunidad de la vereda Charguayaco de Pitalito Huila se aplicó el instrumento encuesta, teniendo en cuenta que éste nos permite tener un acercamiento con la comunidad, conociendo las falencias o limitaciones actuales y percepción del tema acerca de la energía solar fotovoltaica.

La encuesta se presentó bajo una estructura de preguntas cerrada que nos permita respuestas concretas, facilitando la tabulación y análisis de la información.

El cuestionario está dividido de la siguiente manera:

- **Presentación:** Se inicia la encuesta relacionando el porque y para qué se realiza; de igual manera se especifica la procedencia de los encuestadores.
- **Aspectos Poblacionales**
- **Aspectos Socioeconómicos**
- **Aspectos asociados al proyecto de energía solar**

Se tomó como muestra 28 viviendas, encuestándose a 1 persona por vivienda, es decir 28 personas encuestadas aplicándoles el formulario conformado por 13 preguntas. El Anexo 1, presenta el formato de la Encuesta realizada con el fin de identificar las necesidades actuales de energía en la comunidad de la vereda Charguayaco de Pitalito Huila.

8.1. Análisis de Datos de la Encuesta

8.1.1. Aspectos Poblacionales

- Personas encuestadas de Sexo: Masculino/Femenino

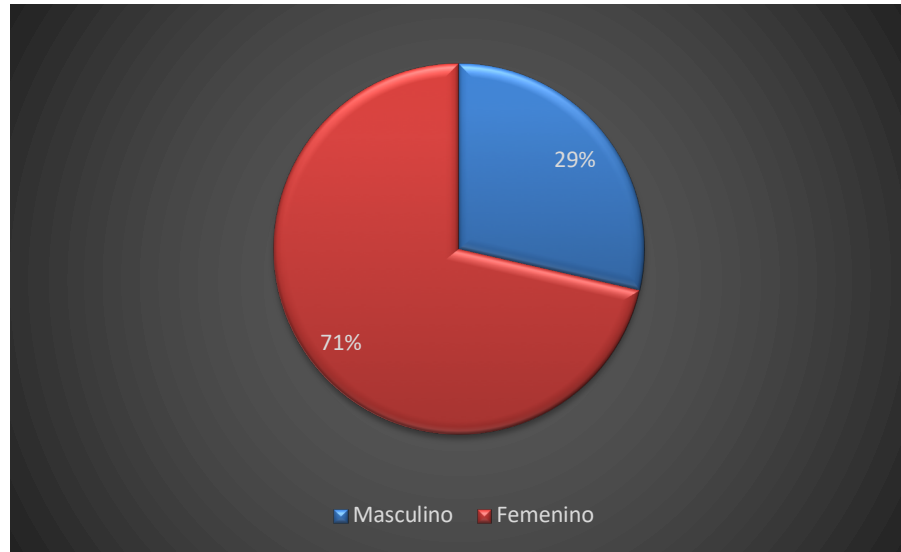


Figura 6. Gráfico de torta distribución porcentual por sexo
Fuente: Elaborado por el autor, 2019



Figura 7. Gráfico de barras distribución datos numéricos por sexo
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

De las 28 encuestas aplicadas a personas que residen en la vereda Charguayaco de Pitalito Huila el 71% fueron de sexo femenino y el 29% de sexo masculino, esto debido a que los hombres en su gran mayoría desarrollan actividades agropecuarias y las mujeres quedan al pendiente del hogar.

- Tiempo de residencia en la vereda Charguayaco de Pitalito Huila



Figura 8. Gráfico de torta distribución porcentual por tiempo de residencia en años
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

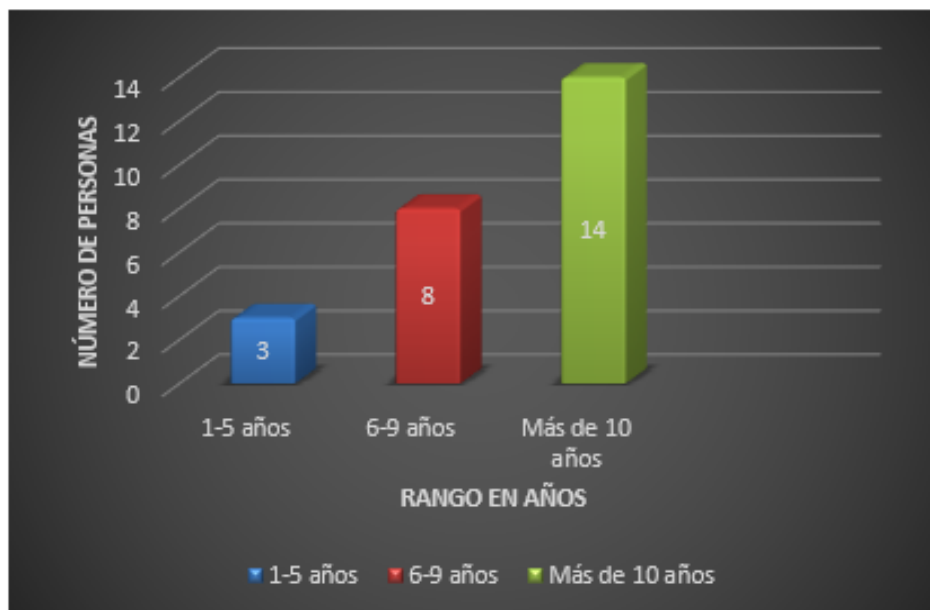


Figura 9. Gráfico de barras distribución datos residencia en años
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

La población de la vereda Charguayaco de Pitalito Huila se encuentra establecida en su mayoría hace más de 10 años, por lo que hace muy confiable la muestra.

- Habitantes por vivienda

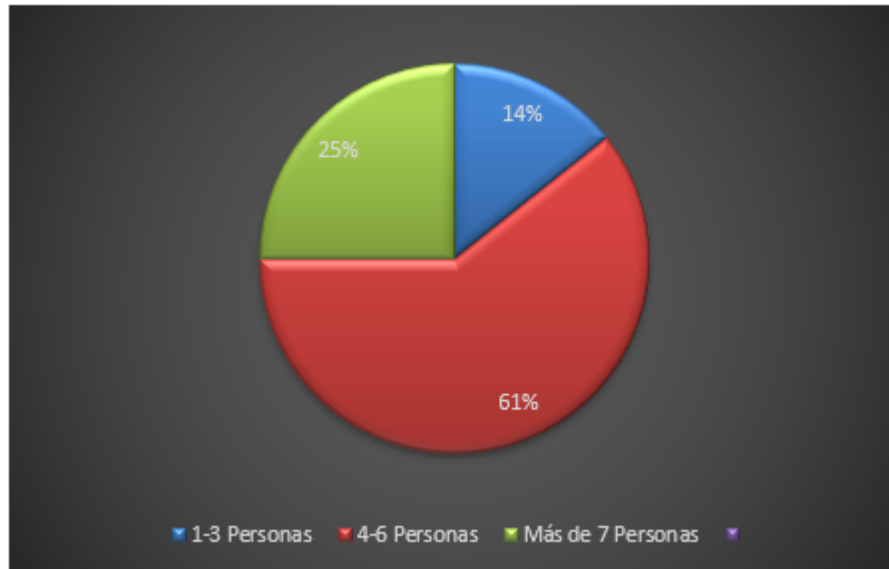


Figura 10. Gráfico de torta distribución porcentual por personas que habitan la vivienda
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

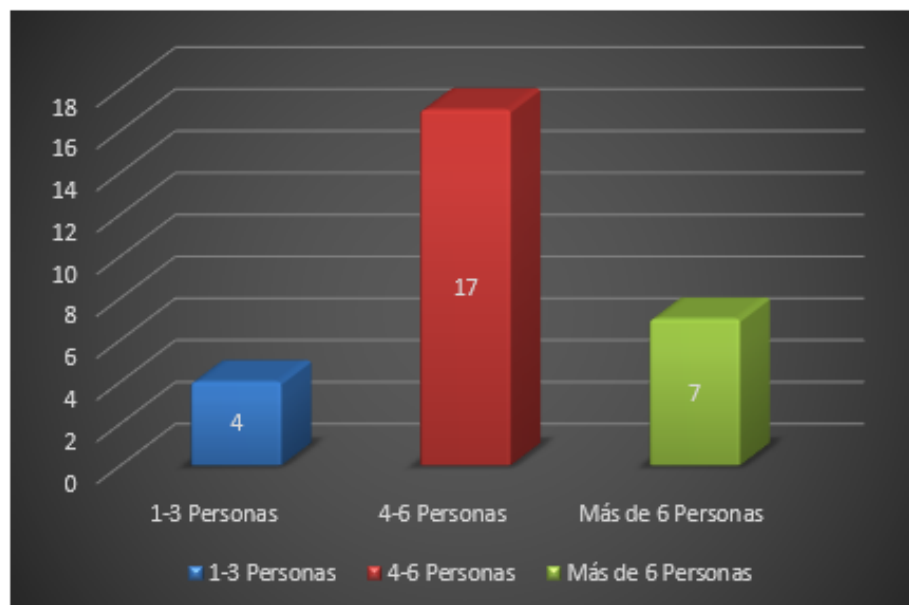


Figura 11. Gráfico de barras distribución datos personas que habitan la casa
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

Por cada vivienda de la vereda Charguayaco de Pitalito Huila el 61% es habitada por un número de 4 a 6 personas, evidenciándose que son familia en su mayoría grandes.

8.1.2. Aspectos Socioeconómicos

- Ocupación

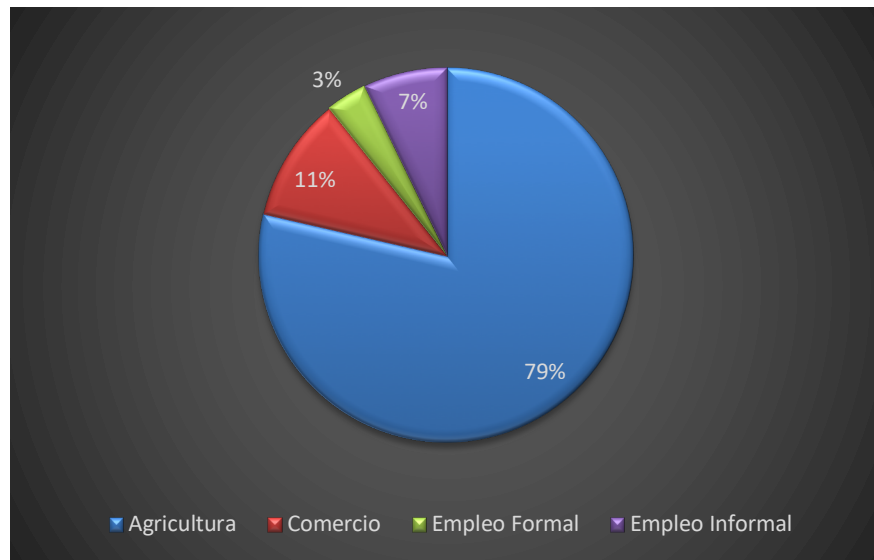


Figura 12. Gráfico de torta distribución porcentual por ocupación
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

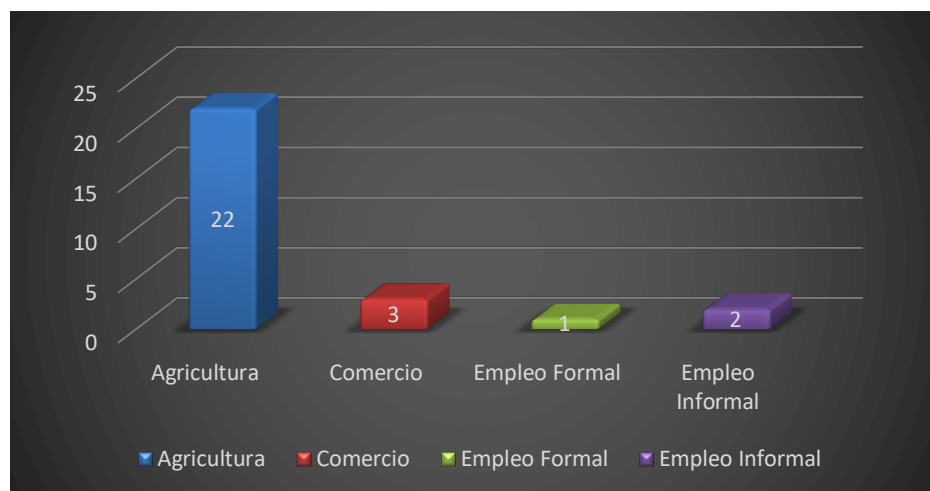


Figura 13. Gráfico de barras distribución datos Ocupación
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

En la vereda Charguayaco de Pitalito Huila el 79% de las personas tienen como ocupación principal la agricultura.

- Ingreso Mensual

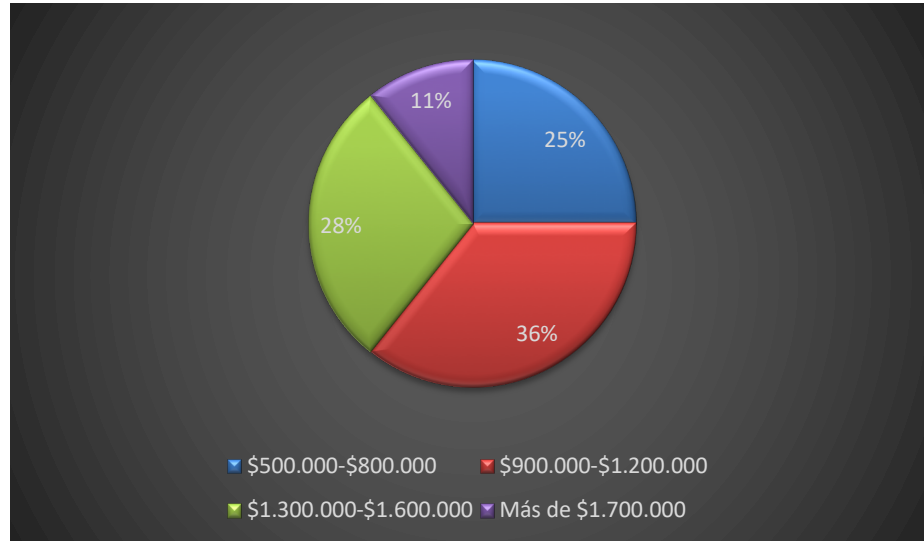


Figura 14. Gráfico de torta distribución porcentual por Ingreso
Fuente: Elaborado por el autor, 2019



Figura 15. Gráfico de barras distribución dato Ingreso
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

El ingreso mensual por familia oscila entre \$900.000 y \$1.200.000 con un 36% de los encuestados, clasificándose en un nivel socioeconómico medio.

- Aparatos eléctricos

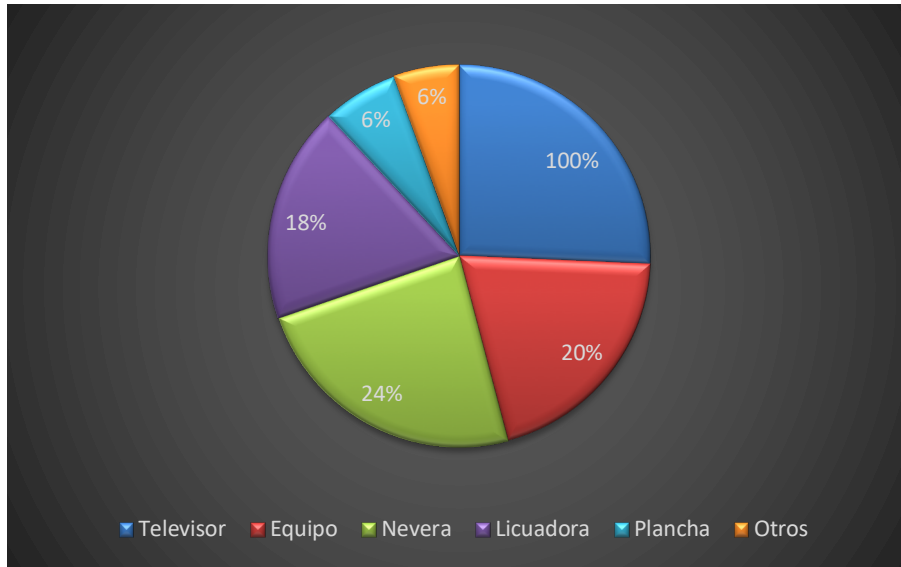


Figura 16. Gráfico de torta distribución porcentual por aparatos eléctricos
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

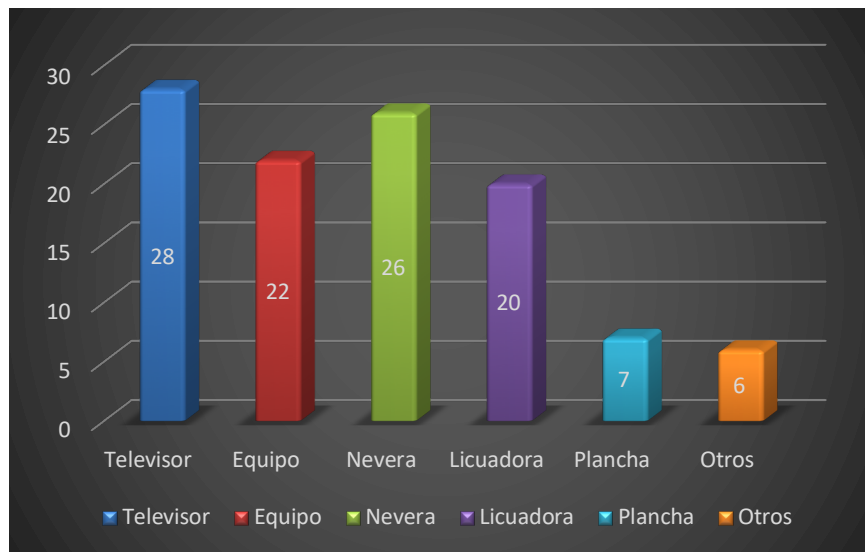


Figura 17. Gráfico de barras distribución datos aparatos eléctricos
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

La mayoría de las viviendas encuestadas cuentan con una gran parte de electrodomésticos, siendo el televisor el de más prevalencia con un 100%, y en otros con un 21,42% hacen mención a equipos eléctricos utilizados para el desarrollo de actividades agrícolas.

- Procedencia de Energía

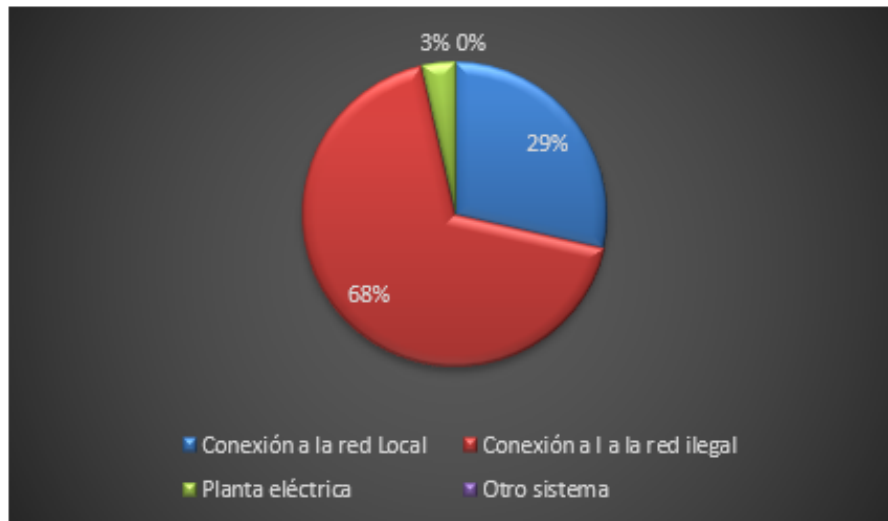


Figura 18. Gráfico de torta distribución porcentual procedencia de energía
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

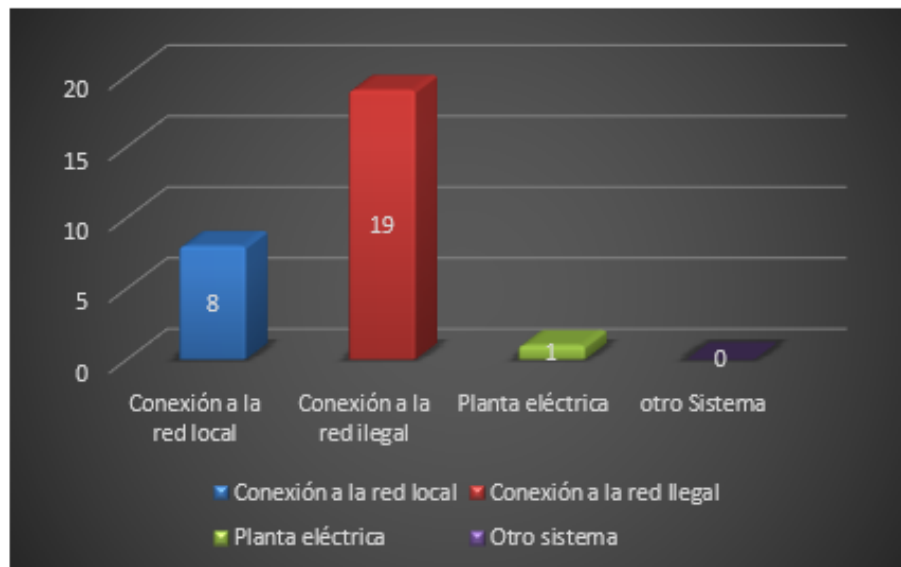


Figura 19. Gráfico de barras distribución datos procedencia de energía
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

La mayoría de las viviendas de la vereda Charguayaco de Pitalito-Huila, se encuentran conectado de manera ilegal.

- Percepción del Servicio de Energía

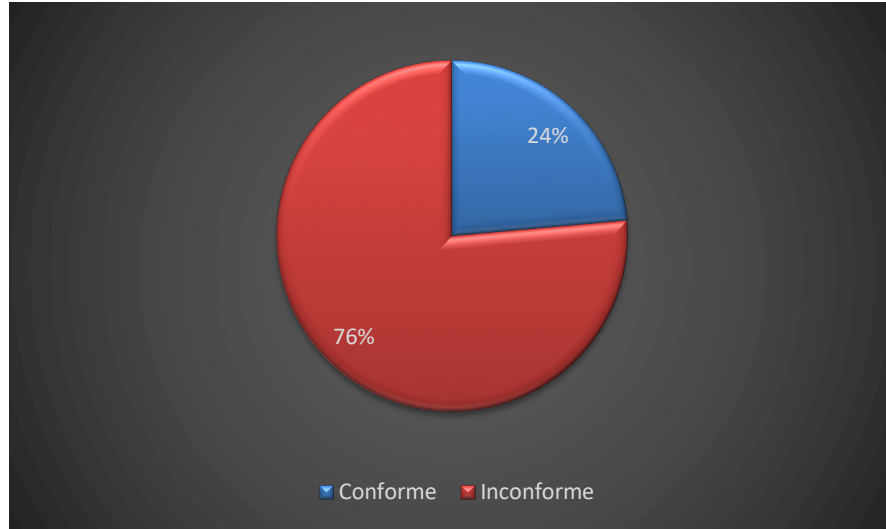


Figura 20. Gráfico de torta distribución porcentual percepción del servicio de energía
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

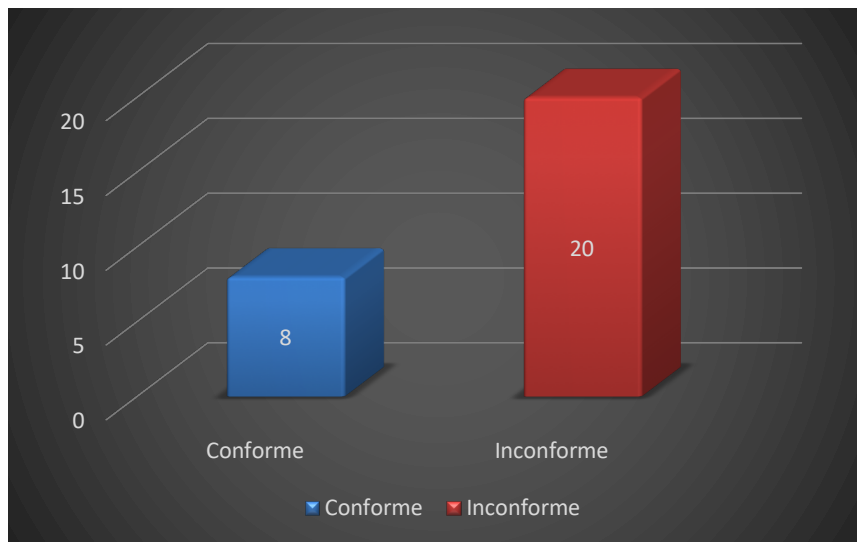


Figura 21. Gráfico de barras distribución datos percepción del servicio de energía
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

El 76% de las personas encuestadas manifiestan inconformidad con el servicio de energía pues a la fecha son pocas las conexiones instaladas por parte de la empresa prestadora del servicio; y los que están conectados de manera ilegal no cuentan con el 100% de la energía que requieren para el desarrollo de todas las actividades.

8.1.3. Aspectos asociados al proyecto de elegía Solar

- Ha escuchado hablar o sabe de energía solar

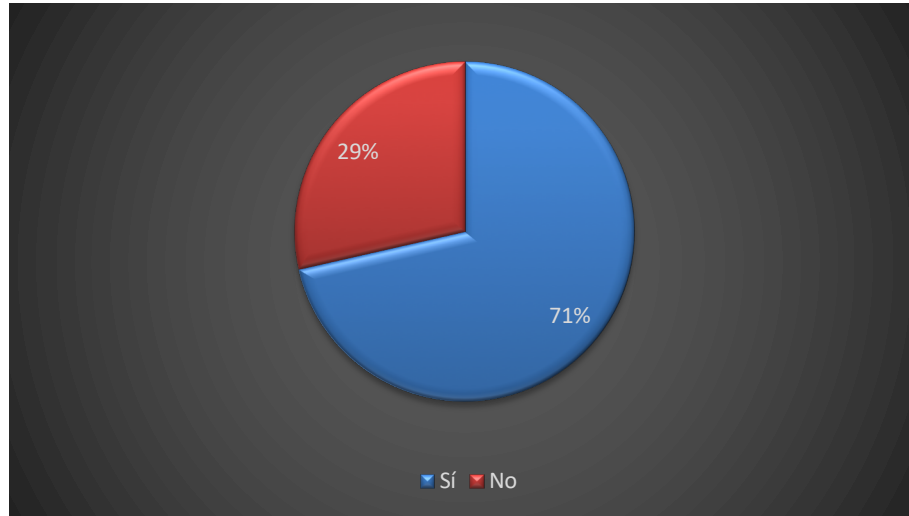


Figura 22. Gráfico de torta distribución porcentual percepción del tema
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

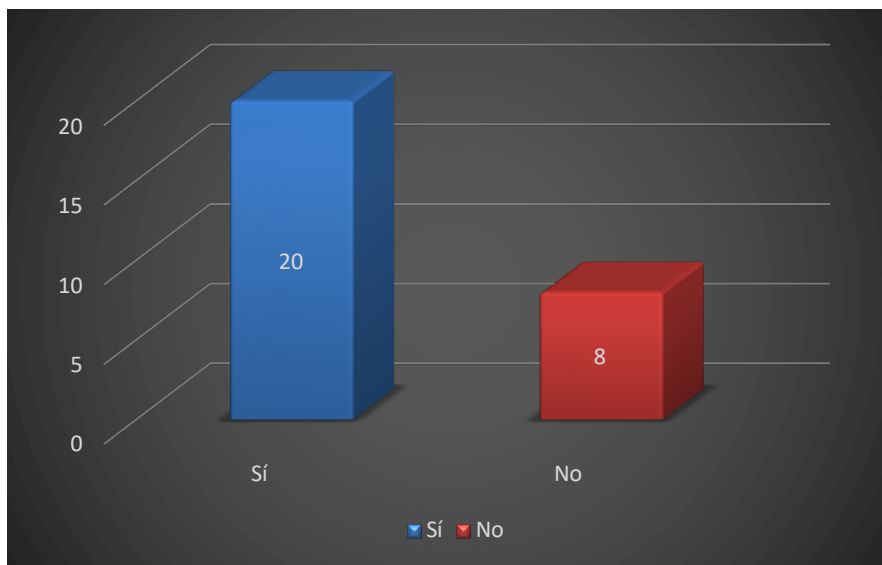


Figura 23. Gráfico de barras distribución datos percepción del tema
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

El 71% ha escuchado hablar o tiene alguna información acerca de la energía solar para el abastecimiento de energía eléctrica.

1.

- Información acerca de la energía solar para el abastecimiento de energía

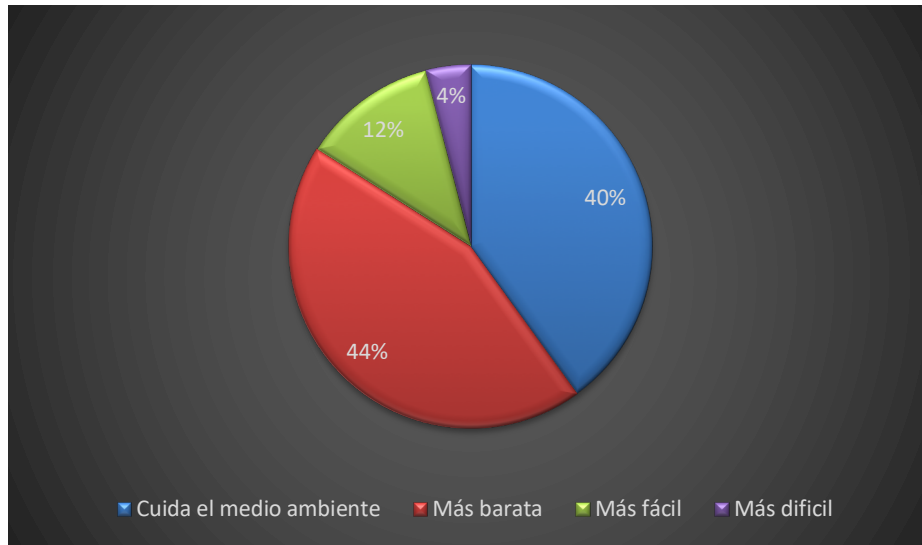


Figura 24. Gráfico de torta distribución porcentual Información de energía solar
Fuente: Elaborado por el autor, 2019



Figura 25. Gráfico de barras distribución datos información de energía solar
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

La Información que tiene la comunidad acerca de la energía solar es positiva, un 40% considera que éste tipo de energía cuida el medio ambiente, un 44% considera que sale más barata, el 12 % que es más fácil y tan solo un 4% que es más difícil.

- considerando que luego de 5 años de uso la inversión es recuperada y que el sistema tienen una vida útil de aproximadamente 20 años ¿Le interesaría implementar esta tecnología?

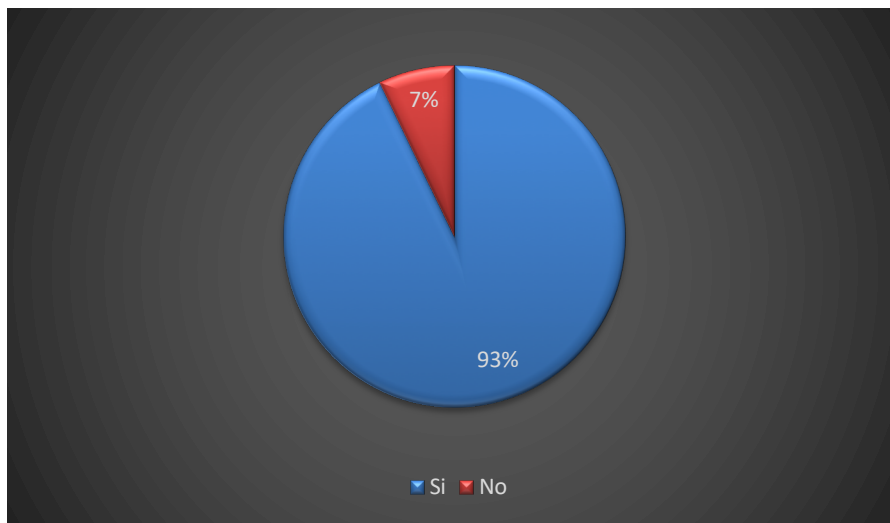


Figura 26. Gráfico de torta distribución porcentual Interés de implementar energía solar
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

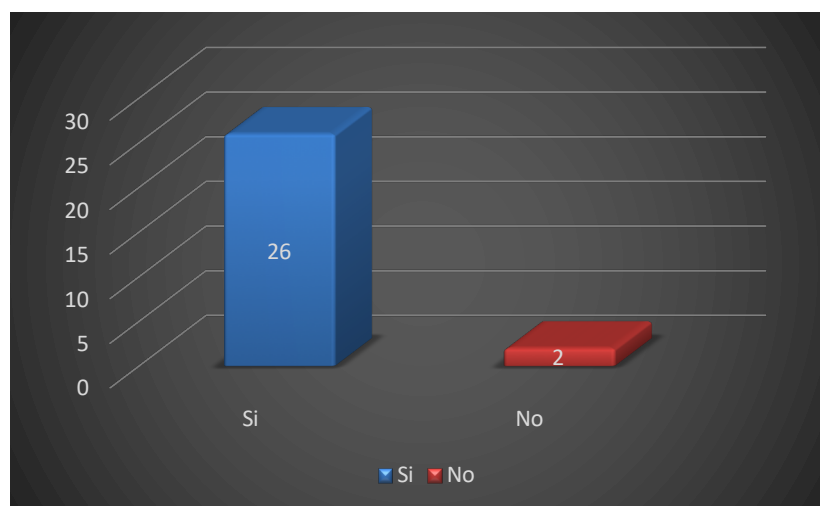


Figura 27. Gráfico de barras distribución datos Interés en implementar la energía solar
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

El interés de implementar energía solar teniendo en cuenta la recuperación de la inversión y la durabilidad del sistema es alto con un 93%

- Razón para aceptar la instalación de un sistema solar

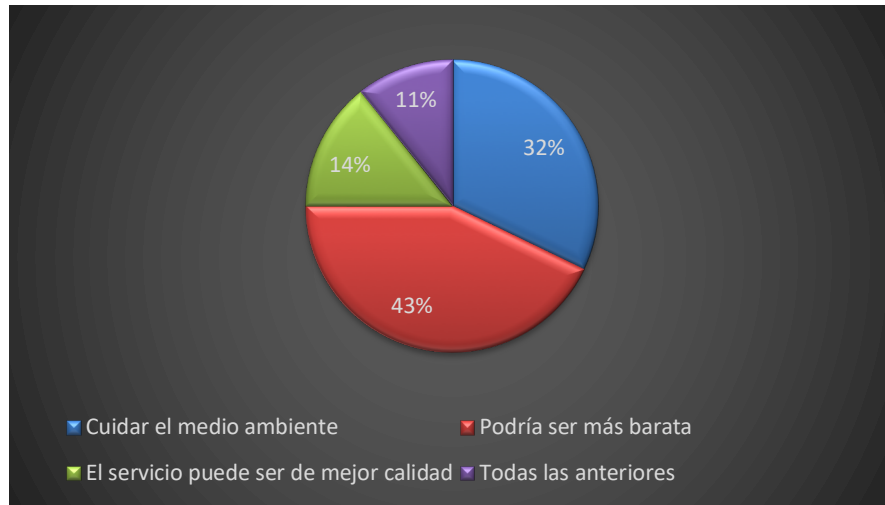


Figura 28. Gráfico de torta distribución porcentual razón para instalación de un sistema solar
Fuente: Elaborado por el autor, 2019



Figura 29. Gráfico de barras distribución datos razón para instalación de un sistema solar
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

La comunidad muestra un interés particular al conocer que después de recuperada la inversión inicial, no deben seguir pagando por el servicio, que pueden tener una cobertura al 100% y a la vez se contribuye con la conservación del medio ambiente.

- Razones de no aceptación de un sistema de energía solar

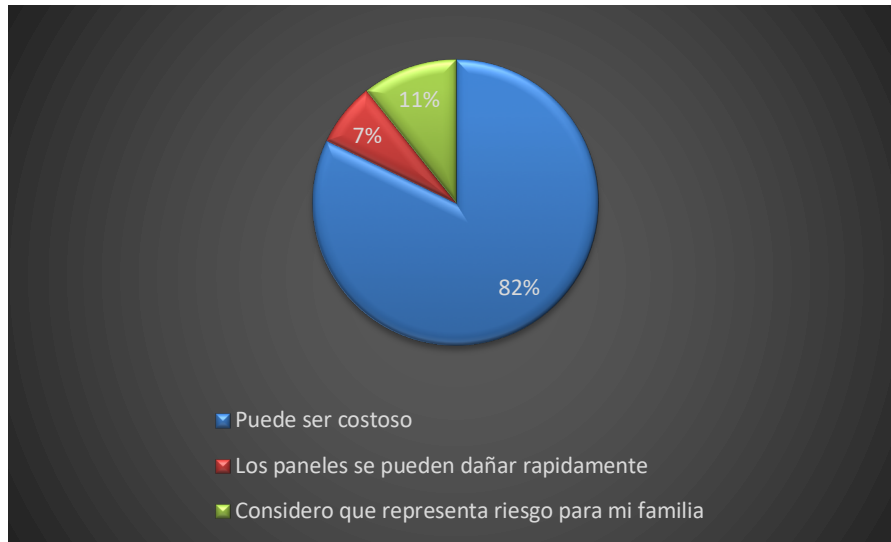


Figura 30. Gráfico de torta distribución porcentual razón de no aceptación de un sistema solar
 Fuente: Elaborado por el autor, 2019

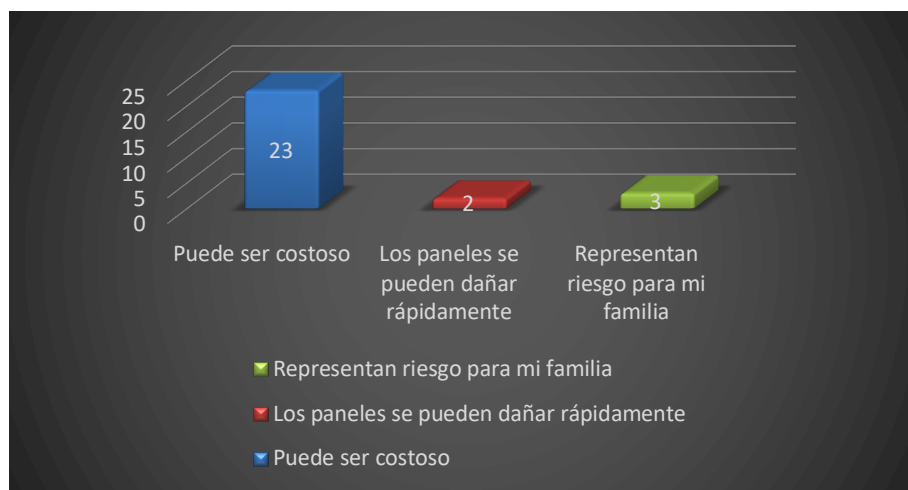


Figura 31. Gráfico de barras distribución datos razón de no aceptación de un sistema solar
 Fuente: Elaborado por el autor, 2019

La comunidad tiene claridad que el costo inicial puede ser alto y que éste puede ser un impedimento para la implementación de energía solar.

- Beneficio para la comunidad al ejecutarse proyecto de energía solar

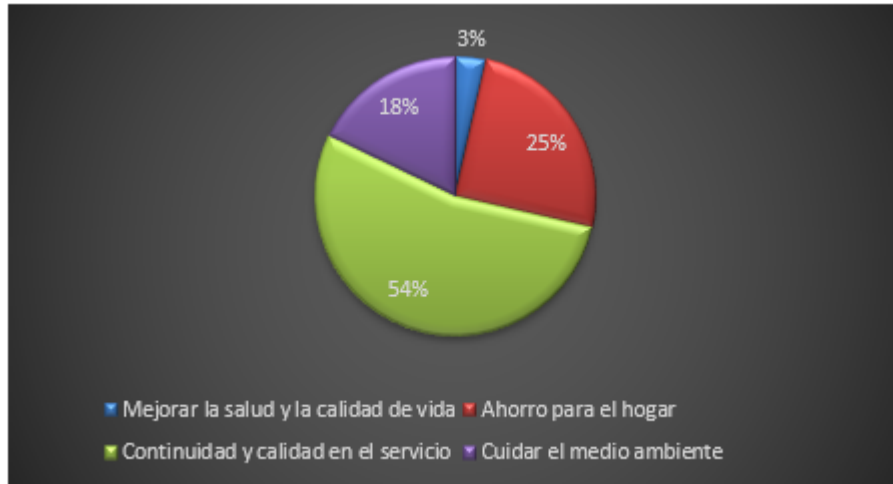


Figura 32. Gráfico de torta distribución porcentual razón beneficio para la comunidad al ejecutarse proyecto de energía solar

Fuente: Elaborado por el autor, 2019



Figura 33. Gráfico de barras distribución datos razón beneficio para la comunidad al ejecutarse proyecto de energía solar.

Fuente: Elaborado por el autor, 2019

La comunidad manifiesta deseos claros de buscar alternativas que permitan mejorar la continuidad en el servicio y la calidad

9. Descripción de la energía solar fotovoltaica como alternativa viable para el suministro de energía eléctrica e identificación de impactos sociales y ambientales en la implementación de un sistema solar fotovoltaico

En este capítulo se describe aspectos relacionados con el desarrollo de la energía solar fotovoltaica como fuente alterna de generación de energía eléctrica, siendo precedente la evolución de esta y el desarrollo en distintos proyectos de implementación de energía solar fotovoltaica en el mundo y en Colombia, lo cual se analiza como referente de aplicación en la vereda Charguayaco, con base a una revisión de la tesis de maestría “Estudio para la implementación de un sistema fotovoltaico como alternativa rural sostenible de la vereda san roque en el municipio de ortega-tolima” y de páginas web. Dichas implementaciones de energía solar fotovoltaica describen sus impactos y cobertura en la zona de influencia de cada proyecto; esto desarrollado con el fin de enseñar los beneficios de la energía solar fotovoltaica, así como las mejoras que representa en el aspecto ambiental y social y que se pueden ejecutar tanto en zonas aisladas de la red eléctrica nacional, zonas no interconectadas como conectadas. De esta manera se da desarrollo a los dos últimos objetivos de este proyecto de investigación.

9.1. Descripción general la energía solar fotovoltaica como alternativa viable en Charguayaco

Desde hace algunos años, el fomento por el desarrollo de energías alternas en diferentes países ha venido tomando fuerza, debido a factores que han afectado el desarrollo ambiental,

económico y social de comunidades; por lo que la energía solar fotovoltaica se convierte en un atractivo importante para suplir tal necesidad.

En países como China, Japón, Alemania y Estados Unidos principalmente, la energía solar se ha convertido en un aliado ante el desmesurado crecimiento económico e industrial que incide prioritariamente en crisis socio ambientales. De esta manera estas fuentes alternas igualmente se presentan como recursos de energía ante poblaciones que no cuentan con un servicio de energía eléctrico estable o suficiente para suplir las necesidades básicas en el hogar y el trabajo.

Teniendo en cuenta esto, la vereda Charguayaco por encontrarse ubicada en zona rural y teniendo en cuenta que sus viviendas se encuentran dispersas, hace complicada y costosa la conexión a la red de energía convencional, por tal razón un sistema solar fotovoltaico autónomo (off-grid) es una alternativa viable para solucionar las necesidades que tiene actualmente la comunidad debido al limitado acceso de energía, pues dicho sistema puede ser instalado sin necesidad de cables para conexión a redes centrales o alternas y se adecua a los requerimientos de energía de cada vivienda; su inversión inicial es recuperable a través del tiempo, no genera costos adicionales mes tras mes como la energía convencional y la vida útil de los equipos son de 15 a 20 años.

Los equipos necesarios para instalar un sistema solar fotovoltaico autónomo (off-grid) en las viviendas de la vereda Charguayaco son: Módulo fotovoltaico, Regulador de carga, Batería e Inversor, donde las especificaciones y capacidades de cada uno de los equipos dependerán del cálculo de los consumos estimados por vivienda.

9.1.1. Ventajas de la energía solar fotovoltaica

Enseguida se describen ventajas del sistema fotovoltaico, que pueden influir en beneficio de la comunidad de la vereda Charguayaco de Pitalito Huila, influyendo directamente en el desarrollo de labores productivas y del hogar.

No contamina

Al tratarse de una energía limpia, permite generar energía con impactos reducidos sobre el medio ambiente, a diferencia de energías a base de combustibles fósiles o energía nuclear, que introducen sustancias nocivas en la atmosfera, afectando drásticamente el medio ambiente. Es así, como se considera una de las ventajas más importantes en su aplicación.

Fuente inagotable de energía

Al ser generada esta fuente de energía por una fuente como el sol, se puede afirmar que es inagotable, sin inquietarse por que se agote en los próximos años, teniendo como referente que la irradiancia promedio que alcanza la superficie de la tierra es igual a 1000 w por cada metro cuadrado de superficie.

Ahorro económico a largo plazo

Incurrir en la instalación de este tipo de energía implica una inversión inicial amplia, sin embargo, es significativa la reducción de los costos de facturación en electricidad una vez se

encuentre en funcionamiento el sistema, convirtiéndose en una oportunidad de ahorro aprovechando los avances tecnológicos en este aspecto.

Facilidad de desmontaje y reutilización de los paneles fotovoltaicos

A diferencia de las instalaciones nucleares, cuyos productos de desecho son radiactivos y difícil de almacenar, las instalaciones solares no crean ningún tipo de residuo, de hecho, hasta el 95% de un solo panel puede ser reciclado y, por lo tanto, tiene consecuencias muy bajas de impacto ambiental.

Generación en zonas aisladas

Una de las grandes ventajas del sistema de energía solar fotovoltaica es que se puede utilizar tanto en zonas urbanas como en zonas rurales y se puede implementar para grandes y/o pequeñas comunidades, a gran o pequeña escala, siendo de fácil implementación en zonas de difícil acceso para el sistema tradicional.

9.1.2. Desventajas de la energía solar fotovoltaica

Enseguida se describen desventajas del sistema fotovoltaico, que pueden influir en el desarrollo de este tipo de alternativas de energía sobre la comunidad de la vereda Chaguayaco de Pitalito Huila.

Alto costo Inicial

La inversión en una planta fotovoltaica puede ser alta, pero el tiempo de recuperación es seguro, esto debido a que posteriormente el ahorro en costos de electricidad es fijo. Actualmente, se trabaja en el desarrollo de tecnologías que permita que más personas y entidades accedan a sistemas de energía solar fotovoltaica a precios más bajos.

Bajos rendimientos

Existen algunos sistemas con rendimientos muy bajos en comparación con otras plantas de producción; esto significa que la energía producida es aproximadamente un tercio de la energía que teóricamente podría producirse (las células de primera generación que son las más comunes, tienen rendimientos de alrededor del 33%, mientras que, por ejemplo, una turbina eólica puede tener un rendimiento entre 40 y 50%). Habitualmente debe complementarse este método de convertir energía con otros, con el fin de lograr eficiencia en el servicio de electricidad según los requerimientos.

Variación de la radiación solar

Teniendo en cuenta que los sistemas fotovoltaicos dependen de la radiación solar, ya que su eficiencia depende de las horas de sol con que se cuente, existen factores geográficos que afectan la radiación solar como la nubosidad, la temperatura ambiente, la altitud, la topografía y la época del año; por lo cual en épocas del año donde no se cuente con gran potencial de brillo solar o potencial de radiación solar, el sistema será ineficiente.

Actualmente la energía fotovoltaica tiene muchas aplicaciones; caracterizada principalmente por su disposición en zonas aisladas de la red de distribución eléctrica convencional; siendo así, este sistema puede abarcar viviendas rurales en condiciones de difícil acceso, casas de campo, refugios de montaña, bombeos de agua, instalaciones ganaderas, además de poder alimentar sistemas de iluminación y de comunicaciones; mediante el desarrollo de tecnologías de distintos países que han desarrollado sistemas orientados a generación eléctrica mediante la captación de energía solar.

9.2. Análisis de experiencias de energía solar

En ciertos países ha sido considerable la inversión que se ha tenido a través del tiempo en materia de transformación para generación de energía sustentable, sumándose al desarrollo de fuentes fotovoltaicas, teniendo en cuenta un criterio de viabilidad que puede convertirse en una opción de sostenibilidad y que apoyada por gobiernos locales cabe la oportunidad de replicar y dimensionar su utilidad. De esta manera, teniendo en cuenta la energía solar fotovoltaica como alternativa para el suministro de energía, se procede a analizar en la siguiente matriz algunos proyectos con experiencia y/o con base en la utilización de energía solar fotovoltaica, lo cual se analiza como antecedente para posible desarrollo en la zona de estudio (Charguayaco Pitalito).

Proyectos Globales

Proyectos

Las plantas de energía solar más importantes que existen en el mundo según lo expuesto por (Celemin , 2016).

Ubicación	Descripción
California EE. UU	Plantel energético TOPAZ: capaz de generar 1.096 GW/h al año, suficiente para dar electricidad a 180.000 hogares en California. Esta, por ahora, es la planta fotovoltaica más grande del mundo, con más de 9 millones de paneles solares y se desarrolla en un área de 26 kilómetros cuadrados.
Los Ángeles EE. UU	California Valley Solar Ranch: al noroeste de Los Ángeles abarca 1.966 hectáreas de extensión. Fue desarrollado por el fabricante de paneles fotovoltaicos de SunPower quien también proporcionó 88.000 módulos de seguimiento que permite absorber la máxima cantidad de rayos durante todo el día. Esta planta tiene capacidad para abastecer 100.000 hogares y cuenta con 550GW anuales de potencia.
México	México cuenta con la fase de la planta solar más grande de Latinoamérica. Aura Solar I se instaló en Baja California Sur en un tiempo récord de siete meses y a partir de septiembre de 2013 empezó a convertir los rayos de sol en corriente alterna. Sus instalaciones ocupan 100 hectáreas del Parque Industrial de La Paz.

Tabla 3. Experiencias a nivel global de energía solar

Fuente: Elaborado por el autor, 2019

Proyectos Nacionales

Nombre del proyecto

	<i>Celsia Solar Yumbo</i>
<i>Ubicación</i>	Valle del Cauca – Colombia
<i>Ciudad</i>	Yumbo
<i>Empresa /Autor</i>	Epsa, filial de Celsia
<i>Descripción del Proyecto</i>	Su construcción, que cuenta con 35.000 módulos fotovoltaicos instalados y 9 inversores que transforman la energía continua en energía alterna, marcó un hito en la historia de la electricidad del país: se levantó donde antes funcionaba Termoyumbo – a base de carbón- para dar paso a la energía renovable.
<i>Capacidad Instalada</i>	9,8 MW
<i>Generación energía</i>	16,5 GWh
<i>Cubrimiento Consumo energético</i>	ND
<i>Reducción emisión CO2 Ton/año</i>	6400
<i>Otros Beneficios</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Evitará la emisión de 160 mil toneladas de CO2 durante 25 años. • Su capacidad de generación se asemeja al consumo o demanda promedio de 8.000 familias.

Tabla 4. Proyecto Solar Celsia Solar
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

Nombre del proyecto

<i>El proyecto de casas campestres Océano Verde</i>	
<i>Ubicación</i>	Valle del Cauca – Colombia
<i>Ciudad</i>	Jamundí
<i>Empresa /Autor</i>	Constructora
<i>Descripción del Proyecto</i>	Este proyecto de construcción sostenible de 400 viviendas, inmerso en un entorno natural se construyó en un área de 650.000m ² . en una zona ideal para aprovechar el sol.
<i>Capacidad Instalada</i>	8 kWp
<i>Generación energía</i>	0,25 GWh
<i>Cubrimiento Consumo energético</i>	ND
<i>Reducción emisión CO2</i>	102
<i>Ton/año</i>	
<i>Otros Beneficios</i>	<ul style="list-style-type: none">• Proyecto orientado al ahorro de energía, con base en la Resolución 0549 de vivienda sostenible de Colombia.• Con el CO2 dejado de emitir se equivale a plantar 226 árboles.

Tabla 5. Proyecto Solar casas campestres Océano Verde
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

Nombre del proyecto

<i>Piso solar para autogeneración en el Centro Internacional de Agricultura Tropical</i>	
	<i>CIAT</i>
Ubicación	Valle del Cauca – Colombia
Ciudad	Palmira
Empresa /Autor	Compañía energética colombiana Celsia
Descripción del Proyecto	Es el primer piso solar instalado en Colombia. Comprende 2.820 módulos solares en una superficie de 14.400 m ² , aportándole una reducción a la tarifa de energía convencional -\$50 millones al año- y la posibilidad de no emitir toneladas anuales de CO ₂ .
Capacidad Instalada	902 kWp
Generación energía	1250 MWh
Cubrimiento Consumo energético	20%
Reducción emisión CO₂	501
Ton/año	
Otros Beneficios	<ul style="list-style-type: none">• Con el CO₂ dejado de emitir se equivale a sembrar 1.790 árboles en 20 años o reforestar 3 hectáreas.

Tabla 6. Proyecto Piso solar CIAT
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

Nombre del proyecto

<i>Módulos solares Universidad Autónoma de Occidente de Cali</i>	
Ubicación	Valle del Cauca –Colombia
Ciudad	Cali
Empresa /Autor	
Descripción del Proyecto	La instalación de 1.546 módulos solares en La Universidad Autónoma de Occidente de Cali, que tienen una capacidad de generación de 402 kWp (kilovatio hora pico) de energía verde para atender su demanda energética.
Capacidad Instalada	402 kWp
Generación energía	ND
Cubrimiento Consumo energético	14,8%
Reducción emisión CO2 Ton/año	221
Otros Beneficios	<ul style="list-style-type: none">• El plantel, es la institución educativa con el sistema solar Fotovoltaico más potente del país.

Tabla 7. Módulos solares Universidad Autónoma de Occidente de Cali

Fuente: Elaborado por el autor, 2019

Nombre del proyecto

	<i>Techo de energía solar</i>
<i>Ubicación</i>	Antioquia – Colombia
<i>Ciudad</i>	Rionegro
<i>Empresa /Autor</i>	Fábrica Rionegro de la Compañía Nacional de Chocolates, filial de Grupo Nutresa.
<i>Descripción del Proyecto</i>	El sistema fotovoltaico, que cuenta con 8.000 módulos y 74 convertidores. Con la prioridad estratégica de sostenibilidad de la compañía, de reducir el impacto ambiental.
<i>Capacidad Instalada</i>	2132 kWp
<i>Generación energía</i>	3150,964 kWh
<i>Cubrimiento Consumo energético</i>	15%
<i>Reducción emisión CO2</i>	604
<i>Ton/año</i>	
<i>Otros Beneficios</i>	<ul style="list-style-type: none">• Con el CO2 dejado de emitir se equivale a sembrar al año un bosque de 40 hectáreas

Tabla 8. Techo de energía solar
Fuente: Elaborado por el autor, 2019

De manera general, en los casos expuestos el desarrollo de la energía solar en Colombia se desarrolla desde algunas décadas, siendo proyectos que se alinean con el cumplimiento de la normatividad (leyes y decretos) vigente en el país en cuanto a la energía solar. Se demuestra así que en su mayoría los proyectos tienen como propósito principalmente la generación de energía a partir de fuentes no contaminantes, con fines de sostenibilidad, y aprovechamiento de energía solar en urbanizaciones, edificios, industria y comercio determinado.

En contraparte se mencionan algunas desventajas que están más relacionadas con el alto costo inicial en la implementación de sistemas de la energía solar fotovoltaica, así como la inestabilidad de la radiación solar por las diferentes épocas en el año que no permiten contar con las horas necesarias de brillo solar para los sistemas y poder generar los rendimientos adecuados.

Teniendo en cuenta se procede a analizar los proyectos anteriormente mencionados, bajo la matriz de fortalezas y debilidades; planteados en la tesis de especialización “Potencial de la implementación de la energía solar a gran escala en Colombia”; aplicables al desarrollo de los presentes objetivos, Figura 34. Teniendo en cuenta las fortalezas y debilidades de proyecto ejecutados en el ámbito nacional, a pesar de ser una iniciativa con aproximadamente 70 décadas de experiencia, la implementación se posiciona mínima, percibiendo que es baja la práctica de generación eléctrica a partir de la fuente solar. Sin embargo, son muchos los beneficios sociales, ambientales y económicos, convirtiéndose en la alternativa de desarrollo sostenible de distintas comunidades.

ASPECTO A EVALUAR	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Aprovechamiento solar en urbanizaciones, edificios oficiales, industria y comercio	Amplia experiencia en el tema; por ejemplo, el centro Gaviotas tiene alrededor de 40 años invertidos en este tipo de aprovechamiento.	Prevalencia de costos muy altos, lo cual no favorece la implementación de proyectos a mayor escala.
Estimulación a la investigación científica y exploración	Política establecida para fomentar la investigación a través de estímulos, como ayudas de tipo económico o subvenciones.	EPSA es la única empresa generadora de energía que ha promovido el desarrollo de esta tecnología. Prevalencia de proyectos muy puntuales que no aportan mayor porcentaje a la canasta energética del país.
Desarrollo y utilización de las energías renovables	Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero e impactos ambientales negativos. Promoción de desarrollo sostenible.	A la fecha no se puede acceder a los incentivos tributarios, como la exclusión del IVA y gravamen arancelario, por inexistencia de resolución por parte de la ANLA.
Utilización de energías alternativas con fines de sostenibilidad	Mejora en la calidad de vida de comunidades enteras, visto desde el acceso a servicios básicos, como electricidad, información a través de internet, entre otros. Dignificación y eliminación de la pobreza extrema.	Permanencia del uso extensivo de energía proveniente de fuentes no renovables, por tanto, incompetencia de fuentes renovables actualmente.
Reconversión industrial a tecnologías limpias	Disminución de huella de carbono y costos asociados a la utilización de energía a nivel industrial.	Los costos para la implementación de proyectos alternativos en el país aun son muy altos, debido a la poca demanda y diversificación de éstos.

Figura 34. Fortalezas y debilidades energía solar
Fuente: (Fajardo, 2016)

10. Nombre de las Personas que Participaron en el Proceso

En el desarrollo de la presente investigación denominada: la energía solar fotovoltaica como alternativa sostenible de abastecimiento eléctrico en la vereda Charguayaco del municipio de Pitalito Huila; Participan en calidad de autores de la investigación, los siguientes:

<i>Nombre</i>	<i>Profesión</i>	<i>Postgrado</i>
<i>Lyda Marcela Bermeo Méndez</i>	Ingeniera Industrial	Aspirante a especialista en gestión de proyectos
<i>María Camila Artunduaga</i>	Administradora de empresas	Aspirante a especialista en gestión de proyectos

Tabla 9. Participantes del proceso investigación

Fuente: Elaborado por el autor, 2019

11. Conclusiones

Teniendo en cuenta el análisis desarrollado en esta investigación, se percibe la energía solar fotovoltaica como una alternativa que puede impactar en beneficio de la comunidad de la vereda Charguayaco de Pitalito Huila, dando solución al limitado acceso del servicio que tienen actualmente como consecuencia de su ubicación geográfica, debido a que es un sistema con facilidades de instalación en zonas de difícil conexión a la red central de energía convencional. Además, se convierte en una oportunidad para las familias que según encuesta realizada cuentan con un gran porcentaje de equipos eléctricos (principalmente domésticos) sin uso o en condiciones inadecuadas de funcionamiento. Sin embargo, para garantizar que este tipo de proyectos se pueda ejecutar es indispensable que la investigación se desarrolle desde un enfoque técnico y de desarrollo en campo, considerando aspectos como radiación y brillo solar, topografía, potencia requerida para instalación en cada vivienda entre otros.

La comunidad tiene información acerca de la energía solar y muestra un interés de posible implementación del 93% teniendo en cuenta la recuperación de la inversión inicial, dado a la disminución porcentual del costo, ya que aporta una reducción a la tarifa de energía convencional; además se considera importante la durabilidad del sistema a través del tiempo y el creciente interés por conservar el medio ambiente. Esto permitiría la reducción de conexión ilegal a la red eléctrica convencional, la cual representa un alto índice en la vereda Charguayaco, siendo un riesgo para la salud de las familias por condiciones vulnerables con respecto a las instalaciones.

La experiencia de proyectos a base de energía solar, revelan un alto nivel de impacto ambiental, describiendo especialmente la contribución en la reducción de emisión de dióxido de carbono (CO₂) causante del calentamiento global de la atmosfera; siendo equivalente a realizar procesos de reforestación. Por lo tanto, se considera una alternativa viable de implementación para la vereda Chaguayaco, ya que se encuentra ubicada en una zona montañosa que ha sido impactada directamente por el monocultivo del café.

12. Recomendaciones

Al ser esta investigación precedente para el posible desarrollo de nuevas experiencias investigativas en el campo de energía solar fotovoltaica como alternativa de suministro energético, se recomienda realizar un estudio de factibilidad de la implementación en la zona de estudio, considerando aspectos del ámbito financiero, económico, técnico y social determinando los principales aspectos a favor y en contra para su ejecución. Seguido de una tercera fase enfocada en la sensibilización de la comunidad en relación con oportunidades sostenibles que permiten mejorar limitaciones en el servicio de energía eléctrica.

Se hace preciso ejecutar procesos de gestión por parte de los entes gubernamentales que ofrezcan proyectos sostenibles y adecuados a las necesidades de la población contribuyendo al desarrollo económico, social y ambiental de la región y con esto mejorando el nivel de su calidad de vida. Con esto se recomienda realizar vinculaciones con ONGs, fundaciones, empresas publico/privadas y demás que puedan fortalecer o construir desde bases forjadas en el ámbito socio ambiental proyectos orientados al crecimiento verde como lo es la energía solar fotovoltaica.

13. Lista de Referencias

- Abella, M. (s.f.). *Sistemas Fotovoltaicos*. Recuperado de www.academia.edu/download/38373658/SISTEMAS_FOTOVOLTAICOS.pdf.
- Abella, M. (2014). *Dimensionado de sistemas fotovoltaicos*. Recuperado de api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45302/componente45301.pdf.
- Acevedo, F. (2016) *Diseño de una instalación solar fotovoltaica con capacidad para 3 kilovatios*. (Proyecto de grado de tecnólogo, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogotá, Colombia). Recuperado de <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/11352/1/10097742.pdf>.
- Barrera, W., & Castilla, F. (2018). *Propuesta de un sistema fotovoltaico para consumo eléctrico en el municipio de quebrada negra, Cundinamarca* (Tesis de pregrado, Universidad Libre de Colombia. Bogotá D.C., Colombia). Recuperado de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/15472/MONOGRAF%c3%8dA%2c%20PROPUESTA%20DE%20UN%20SISTEMA%20FOTOVOLTAICO%20PARA%20CONSUMO%20EL%c3%89CTRICO%20EN%20EL%20MUNICIPIO%20DE%20QUEBRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Celemin , M. (2016). *Estudio para la implementación de un sistema fotovoltaico como alternativa rural sostenible de la vereda san roque en el municipio de ortega-tolima* (Tesis de maestría, Universidad de Manizles, Colombia). Recuperado de http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/2891/Celemin_Mario_Alejandro_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Concejo Municipal Pitalito. (2016). *Plan de ordenamiento territorial*. Recuperado de http://www.sirhuila.gov.co/images/sirhuila/PLANES_DE_DESARROLLO/Acuerdo%20No.%20022%20de%202016%20Pitalito.pdf
- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena. (2014). *Plan de Ordenamiento y Manejo de la cuenca Hidrográfica del río Guarapas*. Recuperado de <https://www.cam.gov.co/recurso-hidrico/pomch/category/81-rio-guarapas.html>
- Estudio Legal Hernández Abogados y Asociados. (2019). *Marco Jurídico de las energías Renovables en Colombia*. Recuperado de <http://www.estudiolegalthernandez.com/energia-renovable/marco-juridico-de-las-energias-renovables-en-colombia/>
- Fajardo, J. (2016). *Potencial de la implementación de la energía solar a gran escala en Colombia* (Tesis de especialización, Fundación Universidad de América. Bogotá D.C. Colombia). Recuperado de <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/643/1/5092261-2016-2-GA.pdf>
- Galvis, J., & Gutiérrez, R. (2013). *Proyecto para la implementación de un sistema de generación solar fotovoltaica para la población Wayuu en Nazareth corregimiento del municipio de Uribia, Departamento de la Guajira – Colombia* (Tesis de especialización, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Palmira, Colombia). Recuperado de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/2590/75101283.pdf;jsessionid=06FB4CAF6B0FBFA235EA1D3240252DDC.jvm1?sequence=1>
- Gómez, J, Murcia, J, y Cabeza, I. (2017). *La Energía Solar Fotovoltaica en Colombia: Potenciales, Antecedentes y Perspectivas* (Artículo) . Universidad Santo Tomás, Colombia.

Gonzales, G., Zambrano, J., & Estrada, E. (2014). *Estudio, diseño e implementación de un sistema de energía solar en la comuna Puerto roma de la Isla mondragon del golfo de Guayaquil, provincia del Guayas* (Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana. Guayaquil, Ecuador). Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6553/1/UPS-GT000602.pdf>.

Instituto de energía solar. (2018). *Gráficos significativos energía solar fotovoltaica*. Recuperado de https://www.ies.upm.es/sfs/IES/IES-UPM/Portada/2018_PV_Espa%C3%B1a.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2014). *Irradiación global horizontal medio, diario, anual*. Recuperado de <http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/RadiacionSolar13.pdf>.

Kilowatts Born Solar. (2018). *Historia Energía Solar Fotovoltaica*. Monterrey, Mexico.: Recuperado de <http://www.kbsolar.com.mx/historia.html>.

Marín, E., & Quintero, D. (2017). *Metodología para el desarrollo de proyectos de energía solar fotovoltaica y eficiencia energética en el sector rural del eje cafetero* (Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia). Recuperado de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/8002/62131244M337.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Martinez, D. (2014). *Energía solar fotovoltaica: un mercado en constante evolución*. Recuperado de <http://ainenergia.com/energia-solar-fotovoltaica-mercado-constante-evolucion/>

Medina, S., Venegas, A. (2018). *Energías Renovables, un futuro para Colombia. Punto de vista*, Volumen (13). P. 1. doi: <http://dx.doi.org/10.15765/pdv.v9i13.1120>.

Perpiñan, O. (2018). *Energía Solar Fotovoltaica*. Recuperado de <http://oscarperpinan.github.io/esf/>.

Project Management Institute. (2017). *Guía de los Fundamentos para la dirección de proyectos*
Sexta Edición. EE.UU: Project Management Institute, Inc., editor

Roldán, J. (2010). *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Madrid, España: Paraninfo.

Rosas, C., & Rincón, J. (2019). *Sistemas de Generación Solar como alternativa para superar la
Pobreza Energética del Municipio de Vigía del Fuerte del Departamento de Antioquia*
(Tesis de especialización, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia).

Recuperado de

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/28131/jfrinconj.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sistema de Información Eléctrico Colombiano. (2016). *Consultas estadísticas*. Recuperado de
<http://www.siel.gov.co/Inicio/CoberturaDelSistemaInterconectadoNacional/ConsultasEstadisticas/tabid/81/Default.aspx>.

Unidad de Planeación Minero Energética. (2015). *Informe mensual de variables de generación y
del mercado eléctrico colombiano*. Recuperado de www1.upme.gov.co › Documents ›
PEN_IdearioEnergetico2050.

14. Anexos

Anexo 1. Encuesta realizada con el fin de identificar las necesidades actuales de energía en la comunidad de la vereda Charguayaco de Pitalito Huila.

Encuesta realizada con el fin de identificar las necesidades actuales de energía en la comunidad y ver el grado de aceptación ante la alternativa de implementar un sistema solar fotovoltaico en la vereda de Charguayaco de Pitalito Huila.

Cordial Saludo

Somos estudiantes de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD y estamos realizando una encuesta con el fin de recopilar información que contribuya con el desarrollo del proyecto de investigación denominado “La energía solar fotovoltaica como alternativa sostenible de abastecimiento eléctrico en la vereda de Charguayaco de Pitalito Huila” y de esta manera optar al título de Especialistas en gestión de proyectos.

Aspectos Poblacionales

Vivienda número _____ Fecha _____

Persona a encuestar de Sexo: Masculino ____ Femenino ____

1. Hace cuanto reside en la vereda Charguayaco de Pitalito Huila:

- De 1 a 5 años ____
- De 6 a 9 años ____
- Más de 10 años ____

2. Cuantas personas (entre adultos y niños) viven en la casa:

- 1 a 3 Personas ____
- 4 a 6 Personas ____
- Más de 6 personas ____

Aspectos Socioeconómicos

3. El sustento de la familia proviene de actividades relacionadas con:

- Agricultura ____
- Comercio ____

- Empleo Formal _____
 - Empleo Informal _____
4. El ingreso mensual promedio de la familia está en el rango de:
- \$500.000 a \$800.000 _____
 - \$900.000 a \$1.200.000 _____
 - \$1.300.000 a \$1.600.000 _____
 - Más de \$1.700.000 _____
5. Seleccione a continuación los aparatos eléctricos con los que cuenta su vivienda
- Televisor _____
 - Equipo de sonido-grabadora _____
 - Nevera _____
 - Licuadora _____
 - Plancha _____
 - Otro(s) _____ Cual(les) _____
6. De donde proviene la energía que utiliza para abastecer la vivienda:
- Conexión a la red local _____
 - Conexión a la red local de manera ilegal _____
 - Planta Eléctrica _____
 - Otro sistema _____Cuál _____
7. Considera optimo el servicio de energía eléctrica que tiene su vivienda:
- Me encuentro conforme _____
 - Me encuentro inconforme _____

Aspectos asociados al proyecto de energía solar

8. ¿Ha escuchado hablar o tiene alguna información acerca de la energía solar para el abastecimiento de energía eléctrica?
- Si _____
 - No _____
9. La información que tiene acerca de la energía solar está relacionada con:
- a) Es una forma de obtener electricidad que cuida el medio ambiente _____
- b) Es una forma de obtener electricidad más barata _____
-

- c) Es una forma de obtener electricidad más fácilmente ____
- d) Es una forma de obtener electricidad de una manera más difícil. ____
10. Con el uso de la energía solar puede independizarse del servicio de energía eléctrica convencional. Si considera que luego de 5 años de uso la inversión es recuperada y que el sistema tienen una vida útil de aproximadamente 20 años. ¿Le interesaría implementar esta tecnología?
- Si ____
 - No ____
11. En su opinión la razón de mayor peso para aceptar la instalación de un sistema solar y el uso de energía solar para obtener energía eléctrica es:
- a) Cuidar el medio ambiente ____
 - b) En mi percepción podría ser más barata ____
 - c) Considero que el servicio puede ser de mejor calidad ____
 - d) Todas las anteriores ____
12. Por qué no aceptaría la instalación o el uso de energía solar para obtener energía eléctrica:
- a) Puede ser costoso ____
 - b) Los paneles solares se pueden dañar rápidamente ____
 - d) Considero que representa riesgos para mi familia ____
13. ¿De ejecutarse algún proyecto de energía solar cual considera que es el principal beneficio para la comunidad?
- a) Mejorar la salud y la calidad de vida ____
 - b) Ahorro para el hogar ____
 - c) Que el servicio sea continuo y de buena calidad ____
 - d) Cuidar el medio ambiente ____

Agradecemos su amable Colaboración.

Feliz día.

Anexo 2. Matriz análisis experiencias de energía solar

Nombre del proyecto

<i>Ubicación</i>	
<i>Ciudad</i>	
<i>Empresa /Autor</i>	
<i>Descripción del Proyecto</i>	
<i>Capacidad Instalada</i>	
<i>Generación energía</i>	
<i>Cubrimiento Consumo energético</i>	
<i>Reducción emisión CO2 Ton/año</i>	
<i>Otros Beneficios</i>	

Anexo 3. Registro Fotográfico





