

DESARROLLO DE UN MODELO DE ILUMINACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA,  
GENERADOR DE SOLUCIONES O ALTERNATIVAS A LOS PROBLEMAS DE  
ILUMINACIÓN, QUE SE PRESENTAN EN LA RURALIDAD COLOMBIANA

Carlos Mario Castrillón Sánchez

Alix Andrés Restrepo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Especialización en Gestión de Proyectos

2019

DESARROLLO DE UN MODELO DE ILUMINACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA,  
GENERADOR DE SOLUCIONES O ALTERNATIVAS A LOS PROBLEMAS DE  
ILUMINACIÓN, QUE SE PRESENTAN EN LA RURALIDAD COLOMBIANA

Carlos Mario Castrillón Sánchez

Alix Andrés Restrepo

Asesor

Doctora Oliva Mendoza Barbosa

Trabajo de investigación como requisito para optar al título de: Especialista en Gestión  
de Proyectos

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Especialización en Gestión de Proyectos

2019

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

**Presidente del jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

## **Dedicatoria**

El presente trabajo investigativo lo dedicamos a Dios, por sus bendiciones en cada etapa de nuestras vidas, a nuestras familias por su apoyo, paciencia y ayuda incondicional, a cada una de las personas que nos acompañaron aportando a nuestra formación personal y profesional en esta etapa tan importante de nuestras vidas.

## **Agradecimientos**

A nuestras familias por el apoyo, amor y confianza en esta etapa de nuestras vidas.

Agradecemos a cada una de las personas que estuvieron involucradas y nos brindaron su apoyo y han hecho posible la realización de este trabajo en especial a aquellos que siempre nos atendieron con buena disposición y compartieron sus conocimientos.

Agradecemos a los docentes, en especial a Oliva Mendoza que, con sus conocimientos, sabiduría y apoyo, nos motivaron a culminar con éxito este trabajo.

## Contenido

Introducción .....	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	16
1.1 Formulación del problema o pregunta de investigación .....	18
2. OBJETIVOS .....	21
2.1 Objetivo General .....	21
2.2 Objetivos específicos .....	21
3. MARCOS DE REFERENCIA.....	22
3.1 Marco teórico .....	22
3.1.1 Energías renovables en Colombia.....	22
3.1.2 Incentivos y mandatos regulatorios .....	23
3.1.3 Sistemas de energía solar fotovoltaica en la ruralidad y los mandatos regulatorios .....	23
3.2 Antecedentes.....	24
3.2.1 Institución Educativa Martinica.....	25
3.2.2 Granja Solar en Yumbo .....	25
3.2.3 Sistema de energía solar fotovoltaica autónomo para la electrificación en zona rural del municipio de canta gallo – Bolívar. ....	26
3.3 Marco legal aplicado a la integración de energías renovables en Colombia .....	26
4. METODOLOGÍA .....	27
4.1. Estrategias .....	27
4.2 Grupo de estudio .....	28
4.3 Unidad de análisis .....	30
4.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	30
4.5 Esquema de procesos metodológico .....	32
5. ANALISIS DE RESULTADOS .....	33
5.1. Presentación de Resultados .....	33
5.2. Discusión de resultados.....	45
5.2.1. Encuesta para pobladores del caserío Taboga del corregimiento colorado del municipio de Nechi – Antioquia. ....	45
6. CONCLUSIONES .....	50

7. RECOMENDACIONES .....	53
7.1 Propuesta .....	54
7.1.2. Justificación de la propuesta.....	58
7.1.3. Alcance de la propuesta.....	59
7.1.4. Objetivos de la propuesta .....	60
7.1.5. Finalidad de la propuesta.....	60
7.1.6. Acciones a ejecutar.....	61
7.1.7 Recursos: Humanos, Materiales, Financieros para la posible implementación de la propuesta.....	64
7.1.8. Cronograma. ....	66
7.1.9. Evaluación de viabilidad y factibilidad del proyecto. ....	67
8. BIBLIOGRAFÍA .....	71
9. ANEXOS .....	74

## Índice de figuras

GRAFICO 1. DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO.....	16
GRAFICO 2. FORMULA UTILIZADA PARA DETERMINAR LAS POBLACIONES FINITAS .....	29
GRAFICO 3. ESQUEMA DE PROCESOS METODOLÓGICOS .....	32
GRAFICO 4. APRECIACIÓN DE CONFORMACIÓN DEL NÚCLEO FAMILIAR .....	34
GRAFICO 5. APRECIACIÓN DEL TIPO DE VIVIENDA DEL CASERÍO TABOGA .....	34
GRAFICO 6. APRECIACIÓN DEL NIVEL DE ESCOLARIDAD DE LOS HABITANTES DEL CASERÍO TABOGA .....	35
GRAFICO 7. APRECIACIÓN DEL ESTADO CIVIL DE LOS HABITANTES DEL CASERÍO TABOGA... 36	36
GRAFICO 8. APRECIACIÓN DE LA SITUACIÓN LABORAL DE LOS HABITANTES DEL CASERÍO TABOGA .....	36
GRAFICO 9. APRECIACIÓN DEL NIVEL DE INGRESO PROMEDIO DE LOS HABITANTES DEL CASERÍO TABOGA.....	37
GRAFICO 10. APRECIACIÓN DE LA EXISTENCIA DE CONEXIÓN A ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CASERÍO TABOGA.....	38
GRAFICO 11. APRECIACIÓN SOBRE LA EXISTENCIA DE SISTEMAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CASERÍO TABOGA .....	38
GRAFICO 12. APRECIACIÓN DEL CONOCIMIENTO SOBRE LOS SISTEMAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR DE LOS HABITANTES DEL CASERÍO TABOGA.....	39
GRAFICO 13. APRECIACIÓN SOBRE LOS SISTEMAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA MÁS FAVORABLES SEGÚN LOS HABITANTES DEL CASERÍO TABOGA .....	40
GRAFICO 14. APRECIACIÓN LA NECESIDAD DE CONEXIONES ELÉCTRICAS EN LAS VIVIENDAS DEL CASERÍO TABOGA .....	41
GRAFICO 15. APRECIACIÓN LA NECESIDAD DE PUNTOS DE ILUMINACIÓN ELÉCTRICA EN LAS VIVIENDAS DEL CASERÍO TABOGA .....	42
GRAFICO 16. APRECIACIÓN DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DEL CASERÍO TABOGA.....	43
GRAFICO 17. APRECIACIÓN DE LA CONVENIENCIA DE LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR EN LAS VIVIENDAS DEL CASERÍO TABOGA .....	44
GRAFICO 18. APRECIACIÓN SOBRE EL ACCESO A LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR EN LA COMUNIDAD DEL CASERÍO TABOGA .....	45
GRAFICO 19: UBICACIÓN CASERÍO TABOGA.....	56
GRAFICO 20: VIVIENDA CASERÍO TABOGA .....	57
GRAFICO 21. ESQUEMA SISTEMA AISLADO. ....	65
GRAFICO 22. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO PARA EL DESARROLLO DEL MODELO DE ILUMINACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA, EN COMUNIDADES RURALES NO INTERCONECTADAS .....	67

## Índice de tablas

TABLE 1. CÁLCULOS PARA UN NIVEL DE CONFIANZA.....	29
TABLE 2. APRECIACIÓN DE CONFORMACIÓN DEL NÚCLEO FAMILIAR.....	33
TABLE 3. APRECIACIÓN DEL TIPO DE VIVIENDAS EN EL CASERÍO TABOGA.....	34
TABLE 4. APRECIACIÓN DEL NIVEL DE ESCOLARIDAD DE LOS HABITANTES DEL CASERÍO TABOGA .....	35
TABLE 5. APRECIACIÓN DEL ESTADO CIVIL DE LOS HABITANTES DEL CASERÍO TABOGA .....	35
TABLE 6. APRECIACIÓN DE LA SITUACIÓN LABORAL DE LOS HABITANTES DEL CASERÍO TABOGA .....	36
TABLE 7. APRECIACIÓN DEL NIVEL DE INGRESO DE LOS HABITANTES DEL CASERÍO TABOGA	37
TABLE 8. APRECIACIÓN DE LA EXISTENCIA DE CONEXIÓN A ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CASERÍO TABOGA.....	37
TABLE 9. APRECIACIÓN SOBRE LA EXISTENCIA DE SISTEMAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CASERÍO TABOGA .....	38
TABLE 10. APRECIACIÓN DEL CONOCIMIENTO SOBRE LOS SISTEMAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR DE LOS HABITANTES DEL CASERÍO TABOGA.....	39
TABLE 11. APRECIACIÓN SOBRE LOS SISTEMAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA MÁS FAVORABLES SEGÚN LOS HABITANTES DEL CASERÍO TABOGA.....	40
TABLE 12. APRECIACIÓN LA NECESIDAD DE CONEXIONES ELÉCTRICAS EN LAS VIVIENDAS DEL CASERÍO TABOGA .....	40
TABLE 13. APRECIACIÓN LA NECESIDAD DE PUNTOS DE ILUMINACIÓN ELÉCTRICA EN LAS VIVIENDAS DEL CASERÍO TABOGA .....	41
TABLE 14. APRECIACIÓN DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DEL CASERÍO TABOGA.....	42
TABLE 15. APRECIACIÓN DE LA CONVENIENCIA DE LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR EN LAS VIVIENDAS DEL CASERÍO TABOGA .....	43
TABLE 16. APRECIACIÓN SOBRE EL ACCESO A LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR EN LA COMUNIDAD DEL CASERÍO TABOGA .....	44
TABLA 17. ACCIONES A EJECUTAR.....	62
TABLE 18. CRONOGRAMA .....	66

## Índice de anexos

ANEXO 1. ENCUESTA APLICADA A LOS HABITANTES DEL CASERIO TABOGA ..	74
ANEXO 2. RESULTADO ENCUESTA .....	76

## Resumen

Este proyecto está basado en la utilización de la energía solar fotovoltaica, como energía alternativa para el desarrollo económico y social sostenible, de la población campesina en Colombia, por las dificultades que se presentan en muchas zonas rurales debido al acceso de la vivienda rural a los servicios públicos eléctricos de calidad, esto se convierte en una barrera que dificulta el desarrollo y el bienestar social de las comunidades, por tal razón y siguiendo el marco metodológico de la línea de investigación del desarrollo sostenible y la competitividad, se plantea este proyecto de **DESARROLLO DE UN MODELO DE ILUMINACION SOLAR FOTOVOLTAICA, PARA VIVIENDAS CAMPESINAS EN COLOMBIA**, con el que se pretende contribuir a la ampliación de la cobertura del servicio de energía eléctrica, planteando la energía solar fotovoltaica como una alternativa viable, para mejorar la calidad de vida de las personas habitantes del campo, dando un buen uso de la energía eléctrica, que se y que lograr satisfacer produce un recurso renovable, y que lograra satisfacer diferentes necesidades de iluminación, refrigeración y conectividad.

El proyecto pretende el desarrollo de un modelo para las zonas rurales donde se presentan dificultades de cobertura eléctrica, y la duración en su etapa de investigación para recoger la información y analizarla, además de las etapas de planeación.

### **Palabras claves:**

Energía alternativa, energía solar, sistema fotovoltaico, Radiación solar,  
vivienda campesina

## **Abstract**

This project is based on the use of photovoltaic solar energy, as an alternative energy for sustainable economic and social development, of the rural population in Colombia, due to the difficulties that arise in many rural areas due to the access of rural housing to quality electric public services, this becomes a barrier that hinders the development and social welfare of communities, for this reason and following the methodological framework of the research line of sustainable development and competitiveness, this DEVELOPMENT project is proposed OF A PHOTOVOLTAIC SOLAR LIGHTING MODEL, FOR HOUSING HOUSES IN COLOMBIA, with which it is intended to contribute to the extension of the coverage of the electric power service, considering photovoltaic solar energy as a viable alternative, to improve the quality of life of the people living in the countryside, giving good use of electric energy, which Knowing what to achieve produces a renewable resource, and that will satisfy different lighting, cooling and connectivity needs.

The project aims to develop a model for rural areas where there are difficulties in electrical coverage, and the duration in its research stage to collect the information and analyze it, in addition to the planning stages.

### **Keywords:**

Alternative energy, solar energy, photovoltaic system, solar radiation,  
peasant housing

## Introducción

El mundo atraviesa por una problemática dada por el agotamiento y encarecimiento del crudo, y es que la humanidad en sus diferentes actividades cotidianas ha generado una dependencia en el uso masivo de la energía basada en combustibles fósiles. Lo cual contribuye con la contaminación ambiental incrementando las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmosfera. La suma, de estos factores ha obligado a la humanidad a tomar conciencia sobre la necesidad de ahorrar energía, de su uso racional y eficiente. Para ello se han desarrollado otras fuentes de energías alternativas o renovables, que provengan de recursos naturales y de fuentes inagotables y que al producirlas sean amigables con el medio ambiente. Existen diferentes tipos de energías renovables tales como la energía solar, energía eólica, energía hidroeléctrica, biomasa, biogás y energía solar fotovoltaica entre otras.

Colombia no es ajena a esta problemática y actualmente muchas empresas de la mano del gobierno colombiano, le apuntan al desarrollo e implementación de nuevas tecnologías y fuentes alternativas de energía, una de estas fuentes tiene que ver con la generación de energía Fotovoltaica, ya que se convierte en una excelente opción en la solución a esta problemática, al ser una alternativa de fácil operación e instalación.

Este proyecto está basado en la utilización de la energía solar fotovoltaica, como energía alternativa para el desarrollo económico y social sostenible, de la población campesina en Colombia, por las dificultades que se presentan en muchas zonas rurales debido al acceso de la vivienda rural a los servicios públicos eléctricos de calidad, esto se convierte en una barrera que dificulta el desarrollo y el bienestar social de las comunidades, por tal razón y siguiendo el marco metodológico de la línea de investigación del desarrollo sostenible y la

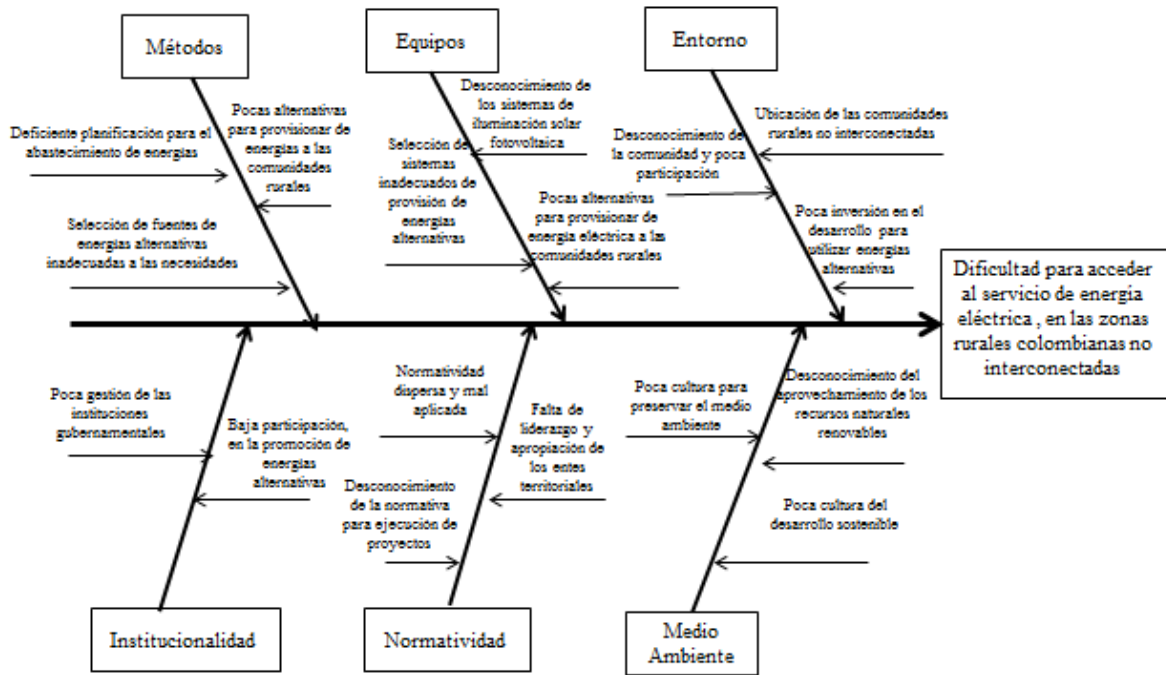
competitividad, se plantea este proyecto de Desarrollo de un modelo de iluminación solar fotovoltaica, generador de soluciones o alternativas a los problemas de iluminación, que se presentan en la ruralidad colombiana, con el que se pretende contribuir a la ampliación de la cobertura del servicio de energía eléctrica, planteando la energía solar fotovoltaica como una alternativa viable, para mejorar la calidad de vida de las personas habitantes del campo, dando un buen uso de la energía eléctrica logrando satisfacer diferentes necesidades de iluminación.

Para dar respuesta o solución al problema planteado, se sugiere una metodología de la investigación la cual permita la recolección de datos, el registro y el análisis de los mismos de una manera adecuada. Por tal razón se utilizará el método de investigación descriptiva que permita identificar las características, rasgos de la población y la muestra afectada, por esta problemática, en las zonas rurales y así facilitar el diseño del modelo de iluminación solar fotovoltaica, que sirva como alternativa de solución a los diferentes problemas de iluminación.

El proyecto pretende el desarrollo de un modelo a utilizar en las zonas rurales donde se presentan dificultades de cobertura eléctrica, y la duración en su etapa de investigación para recoger la información y analizarla, además de las etapas de planeación.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Grafico 1. Diagrama causa y efecto



Fuente: Autoría propia

En la última década, el uso de la energía solar fotovoltaica se ha convertido en una alternativa para la generación de electricidad de manera económica en las zonas rurales del mundo, con difícil acceso a la conectividad eléctrica, con la utilización de este tipo alternativas de energías renovables se podrán cubrir las necesidades energéticas del mundo.

El acceso al servicio eléctrico estimulara la actividad económica rural, con la posibilidad de mejorar la calidad de vida de las personas, dando uso de la energía solar fotovoltaica para lograr un desarrollo, un bienestar social de las comunidades rurales con sostenibilidad ambiental, los recursos de energías alternativas cada día toman más importancia para los seres vivos, la energía solar se puede utilizar para convertirla en electricidad gracias a los

paneles solares, y no genera contaminación y aunque pueden llegar a ser altos los costos del montaje inicial, los costos de operación y mantenimiento son relativamente bajos, convirtiéndose en un sistema rentable que genera sostenibilidad ambiental evitando el impacto directo sobre la naturaleza que se considera una ventaja que beneficia mejor manera las estructuras que se construyan para aprovechar de la energía solar, multiplicando productos que funcionan con la energía solar y evitan la contaminación ambiental, con un recurso que es gratuito y que por la ubicación de nuestro país tiene una ventaja que es las horas de luz.

El beneficio fundamental de utilizar otras fuentes de energía, amigables con el medio ambiente incrementara la productividad agrícola y mejoraran la calidad de vida de las comunidades rurales, para un desarrollo rural sostenible

Aunque los sistemas de energía solar fotovoltaica son relativamente costosos, se trata de investigar y desarrollar un módulo económicamente viable que se pueda replicar en el sector rural colombiano, que posibilite su aplicación y que contribuya al mejoramiento de la calidad de vida de la población rural de Colombia, por considerarse una fuente de energía renovable, inagotable, no contaminante y contribuye al desarrollo sostenible.

Por tal razón, el planteamiento de esta investigación se da para lograr un desarrollo rural con equidad y dignidad, que implica el compromiso político, social, económico, involucrados en el desarrollo energético con sostenibilidad ambiental, para transformar la calidad de vida de la población rural y que se verán reflejados en desarrollo de la producción agropecuaria, la conservación ambiental, con la adopción de nuevas tecnologías

que están acordes al desarrollo sostenible del campo Colombiano y de esta manera contribuir en la reducción de la desigualdad social que se presenta en este sector.

Actualmente la normatividad y la legislación desarrolla la promoción y el uso de nuevas fuentes de energía para la generación de electricidad, que buscan garantizar el derecho que tienen los ciudadanos a los servicios públicos, por tal razón la investigación sobre el desarrollo de un modelo de iluminación solar fotovoltaica, generador de soluciones o alternativas a los problemas de iluminación, que se presentan en la ruralidad colombiana, contribuye a la mitigación de la falta de iluminación del campo Colombiano y a su vez permite generar conciencia de sobre los pobladores del buen uso y aprovechamiento de los recursos renovables.

El desarrollo del modelo se puede considerar como una alternativa que se puede replicar para facilitar las labores de formulación y diseño de los sistemas de iluminación de bajo consumo, según las demandas de las viviendas rurales y la intensidad del recurso energético disponible, para cumplir con todos los aspectos técnicos y normativos.

### **1.1 Formulación del problema o pregunta de investigación**

Uno de los grandes retos que afrontan las regiones a nivel mundial y en Colombia para contribuir con la erradicación de la pobreza y asegurar la prosperidad de las personas, es poder llevar electricidad a las comunidades rurales aisladas, este propósito que hace parte de los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible), y tiene como meta a nivel mundial que para el año 2030 se pueda garantizar el acceso universal a servicios de energía de una manera asequible y confiable, a la población más vulnerable y que habitan en zonas rurales

aisladas. Proyecto que requiere apoyo no solo de la ONU sino también de los gobiernos locales.

Llevar energía a las poblaciones rurales, no es una tarea fácil, debido a las dificultades que presentan las zonas de acceso y la dispersión de las viviendas, a estas dificultades se une la falta de un esquema regulatorio adaptado a las necesidades reales de los pobladores, la imposibilidad de las empresas de servicios públicos y los gobiernos de poder ofrecer una mayor cobertura y cubrir la totalidad de la demanda.

Es importante precisar que Colombia, aunque es un país con un gran potencial hídrico, en varias épocas del año se enfrenta a diferentes factores ambientales como lo es el fenómeno del niño, los cuales traen épocas de sequía, afectando la disponibilidad del recurso hídrico en los embalses, lo que en ocasiones afecta significativamente el suministro de energía eléctrica, siendo consecuentes con lo anterior, Colombia debe apostarle a la implementación de alternativas de energías renovables que permitan garantizar la atención de la demanda permanente y la ampliación de la cobertura a las zonas rurales aisladas.

La electrificación rural en Colombia debe direccionarse a mejorar la calidad de vida de los campesinos, y a su vez disminuir la inequidad social, de ahí que, si se analiza el acceso a la electricidad como una alternativa para generar desarrollo rural, y los efectos en la actividad económica agropecuaria que generarían transformaciones positivas en el desarrollo agroindustrial y potencializaría el campo colombiano.

Desarrollar un modelo de iluminación solar fotovoltaica, que permitan generar soluciones o alternativas a los diferentes problemas de iluminación, que se presenten en la

ruralidad colombiana y que afectan el bienestar de la población campesina y su productividad. Evolucionaran en el desarrollo y bienestar social, y además la sostenibilidad ambiental, con mejoras en la educación y la cobertura de los servicios de salud en el desarrollo y transformación de la producción agropecuaria.

La pregunta es entonces *¿Cuál es el modelo de iluminación solar fotovoltaica, que permite generar soluciones o alternativas a los diferentes problemas de iluminación, que se presentan en la ruralidad colombiana?*

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

Desarrollar de un modelo de iluminación solar fotovoltaica, generador de soluciones o alternativas a los problemas de iluminación, que se presentan en la ruralidad colombiana.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Evidenciar el bajo porcentaje de cobertura del servicio de energía eléctrica que se presenta en la ruralidad colombiana.
- Identificar los diferentes problemas por la falta de energía eléctrica en la ruralidad colombiana y sus posibles soluciones.
- Determinar la aplicación del modelo de iluminación solar fotovoltaica para las unidades campesinas.
- Identificar los beneficios sociales y económicos que genera la implementación del modelo de iluminación solar fotovoltaica en la ruralidad colombiana.

### **3. MARCOS DE REFERENCIA**

#### **3.1 Marco teórico**

##### **3.1.1 Energías renovables en Colombia**

En Colombia se presenta un creciente interés por el desarrollo y utilización de las fuentes de Energía Renovables, particularmente en la energía solar, pero esto requiere de un compromiso estatal para lograr una planificación efectiva y eficaz en el desarrollo y utilización de energías alternativas, en este sentido Rodríguez Murcia, (2009), menciona tres aspectos en los que el estado debería orientar su accionar para desarrollar las fuentes de energía renovable, "Primero, la importancia de diversificar la canasta energética nacional para dar flexibilidad al sistema de suministro de energía, necesario frente a un futuro lleno de incertidumbres. Segundo, la importancia de las FER frente a los problemas causados principalmente por el impacto ambiental del uso de los combustibles fósiles y el agotamiento de sus reservas. Y, tercero, las FER pueden jugar un papel importante en el suministro de energía en zonas remotas y aisladas". Todo esto reflejado en las carencias de un servicio energía eléctrica confiable en la zona rural de Colombia.

Es importante tener en cuenta las cifras entregadas por la Gerencia de Servicios Públicos de la Gobernación de Antioquia y EPM, en la cual se tienen que aproximadamente 18,000 viviendas en su gran mayoría del casco rural, se encuentran sin el servicio de energía eléctrica y dificultan que el departamento llegue a una cobertura total, pues hoy es del 97 %. (Zambrano, 2018)

### **3.1.2 Incentivos y mandatos regulatorios**

Para las fuentes de generación de energías alternativas se deben diseñar una serie de mandatos regulatorios e incentivos que los gobiernos deben fomentar en la generación y el uso de energías renovables con políticas claras que impulsen los procesos de sostenibilidad ambiental, como lo proponen Zapata, Zuluaga, Dyner, (2005). En donde clasifican las políticas de incentivo a las fuentes renovables en dos tipos: "Medidas legislativas y medidas no legislativas. A partir de la aproximación teórica realizada al problema de la difusión de las tecnologías limpias para la generación de la energía y bajo un enfoque costo-beneficio, para propiciar la inversión en generación de energía a través de fuentes renovables en Colombia se deben emplear mecanismos indirectos como: Créditos blandos, certificados y exenciones en impuestos, entre otros. Se recomienda lo anterior tanto por la economía que puede significar a un Estado deficitario como el colombiano, como por el tipo de objetivo que se espera perseguir a corto plazo. Esto proporciona elementos necesarios para implementar mandatos regulatorios e incentivos a las energías renovables.

### **3.1.3 Sistemas de energía solar fotovoltaica en la ruralidad y los mandatos regulatorios**

Los Sistemas de energía solar fotovoltaica son un componente esencial para el desarrollo de las zonas rurales, como lo menciona B Van Campen, D Guidi, G Best (2000) "La aplicación predominante de la energía FV en las zonas rurales de los países en desarrollo, La disposición de la población rural a pagar el equivalente a varias veces su "presupuesto normal de energía" demuestra con claridad el valor de contar con mejores servicios, que ofrecen la energía solar. Entre las ventajas más mencionadas están: la disminución de

incendios accidentales, mejor calidad de la luz, mejor servicio de enseñanza, mejor acceso a la información y más salud e higiene. De esta manera las aplicaciones de los sistemas de energía solar fotovoltaica generan una reacción en otros sectores, como los servicios sociales y comunales, la agricultura y otras actividades productivas capaces de repercutir significativamente en el desarrollo rural y en el bienestar social.

### **3.2 Antecedentes.**

La iluminación de viviendas rurales con energía solar fotovoltaica en Colombia, representa una alternativa para suplementar la generación de energía convencional, sobre todo en áreas de difícil conexión a las redes eléctricas, de ahí la necesidad de analizar los antecedentes relacionados con la utilización de los sistemas fotovoltaicos en el país, para relacionar los componentes que faciliten el desarrollo de los sistemas. Por tal razón contemplar la estrategia de orientación de la cadena de suministro como primer paso para madurar un modelo que permita potenciar todas las etapas de la cadena de suministro de este tipo de sistemas en Colombia. (Rodríguez Urrego, Valderrama Mendoza, García León, Ocampo Pablo Cesar. 2018).

Según La Unidad de Planeación Nacional Minero Energética (UPME), los tipos de sistemas de iluminación solar fotovoltaica, puede representar ahorros que hacen atractiva su implementación, en algunas ciudades y zonas que se caracterizan por contar con muy buenos niveles de irradiación solar como puede ser el caso de la Costa Caribe.

Por eso se puede considerar a la energía solar fotovoltaica una oportunidad para beneficiar de manera competitiva a las zonas rurales de Colombia, que presentan

dificultades de conectividad, con la implementación y extensión de pequeños sistemas de autogeneración de energía, a pequeña escala, que sean fáciles de instalar.

Según el Ministerio de Minas y Energía de Colombia, dice que uno de los principales desafíos para el desarrollo, es cerrar la brecha de acceso a la energía eléctrica en Colombia, lo que se podría lograr con el uso las energías renovables para promover la equidad. (Ministerio de Minas y Energía, 2019).

Actualmente, cerca de 500 mil familias no cuentan con el servicio de energía en nuestro país. Las soluciones fotovoltaicas contribuyen a cerrar estas brechas de acceso, en especial, en las zonas más apartadas. Nuestro pacto con la equidad es llevar energía eléctrica a 100 mil nuevos usuarios en este cuatrienio. (Mesa, 2019)

Las fuentes de energía solar fotovoltaica pueden generar equidad en Colombia, con el desarrollo adecuado de un modelo flexible de iluminación, que tenga beneficios tributarios e incentivos por la utilización de energías renovables y limpias, a continuación, se enuncian emprendimientos de energía solar fotovoltaica:

### **3.2.1 Institución Educativa Martinica.**

La Institución Educativa Martinica en la zona rural de Montería, capital del departamento de Córdoba en Colombia, cuenta con una instalación de 16 paneles solares que garantizan luz durante 24 horas. La iniciativa permite que aproximadamente 400 Kilogramos de CO<sub>2</sub> se dejen de emitir. (I.E. Martinica, 2018).

### **3.2.2 Granja Solar en Yumbo**

La granja Solar ubicada en Yumbo (Valle del Cauca), tendrá 35 mil paneles solares que suministrará energía a ocho mil viviendas y evitará la emisión de unas 6.600 toneladas de CO<sub>2</sub> al año. (CELSIA, 2019).

### **3.2.3 Sistema de energía solar fotovoltaica autónomo para la electrificación en zona rural del municipio de canta gallo – Bolívar.**

Proyecto desarrollado para 100 viviendas rurales, con una potencia de 50000 W, financiado por el instituto de planificación y promoción de soluciones energéticas para las zonas no interconectadas, IPSE, del ministerio de minas y energía. (IPSE, 2018).

### **3.3 Marco legal aplicado a la integración de energías renovables en Colombia**

En la última década, Colombia ha sido un país referente en América latina, ya que se ha esforzado por realizar estudios de campo que le permitan determinar la conveniencia y oportunidad de generar una mayor participación en el mercado energético de estas nuevas fuentes de energías renovables, teniendo en cuenta algunos análisis de costo-beneficio que permitan la viabilidad de este tipo de proyectos, aportando al incremento de los niveles de energía para el país, bajo criterios de sostenibilidad económica y ambiental.

Con el propósito fundamental de implementar políticas que permitan impulsar el uso de energías no convencionales, el gobierno nacional colombiano aprobó en el año 2014, la ley 1715, “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 renovables en Colombia. (Marco jurídico de las energías renovables en Colombia, 2019).

## **4. METODOLOGÍA**

Con el método de investigación utilizado para dar respuesta o solución al problema planteado, se planea y sugiere la metodología de la investigación con el objetivo de recolectar, registrar y analizar datos de manera adecuada, utilizando el método de investigación descriptiva con un proceso cualitativo, el cual describe las características y rasgos de la población y la muestra involucrada en la afectación por problemas de interconectividad eléctrica en la ruralidad colombiana y que facilitan el desarrollo de un modelo de iluminación solar fotovoltaica que genere soluciones de acceso a la energía eléctrica.

Con la realización de una encuesta como técnica de investigación, a la población del caserío Taboga del corregimiento de Colorado del municipio de Nechi – Antioquia, se le da un enfoque cuantitativo a la investigación y así se determinan los componentes a implementar en el desarrollo de un modelo de iluminación solar fotovoltaica en comunidades rurales de difícil interconexión eléctrica.

### **4.1. Estrategias**

El método de investigación utilizado para el desarrollo del proyecto de investigación, será descriptivo, focalizado en una situación de interés para un sector de la población rural, como lo son las variables para acceder al servicio de energía solar fotovoltaica para las zonas no interconectadas y de difícil acceso, que sirven para realizar una apropiada presentación de los conceptos y características que conforman el problema de investigación.

El procedimiento de la investigación fue cualitativo, y requiere de técnicas propias para definir el tamaño de la población y determinar la muestra, para lograr una mayor precisión de la estimación de los datos del contexto que se analizó, y así describir los sucesos y los eventos, que derivan las posibles explicaciones basadas en los fenómenos observados en los procesos para el desarrollo de un modelo de iluminación solar fotovoltaica en las unidades habitacionales campesinas, para definir una proporción apreciable de la población y así lograr una mayor precisión de la estimación de los datos del contexto que se analizó.

## **4.2 Grupo de estudio**

Para la investigación la población son 50 viviendas del caserío Taboga, del corregimiento Colorado del municipio de Nechi – Antioquia, que no se encuentran interconectadas al servicio de energía eléctrica, y que constituyen la totalidad de las unidades individuales que describen un grupo finito. El criterio para definir esta muestra obedece a que las viviendas rurales en Antioquia que no cuentan con el servicio de energía eléctrica se encuentran aisladas lo que dificulta su evaluación. Por este motivo decidimos concentrarnos en una sola región. Esto facilitara realizar las entrevistas y posterior análisis de la información. La representatividad de la muestra está reflejada en 41 familias que demuestran las características y semejanzas encontradas en la población rural afectada por falta de conexión eléctrica.

Para obtener la muestra representativa, se define mediante la utilización de la fórmula para determinar poblaciones finitas y luego se realizó una selección aleatoria, al azar de las familias a encuestar, tratando de no sobrepasar el margen de error de estimación del 5% con el objetivo de describir con cierta precisión en las distribuciones y los valores de las

diferentes características de la población afectadas por la falta de interconexión eléctrica en las zonas rurales de difícil conexión.

**Grafico 2. Formula utilizada para determinar las poblaciones finitas**

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Dónde:

n: Representa el tamaño de muestra

Z: Representa el nivel de confianza

e: Constituye el error de muestreo. Normalmente este valor oscila entre 1 a 5%

p: Es la probabilidad a favor

q: es la probabilidad en contra

N: Es el tamaño total de la población.

Z	NIVEL DE CONFIANZA
1,15	75%
1,28	80%
1,44	85%
1,65	90%
1,96	95%
2,58	99%

**Table 1. Cálculos para un nivel de confianza**

Cálculos para un nivel de confianza del 95% y un error máximo de estimación del 5%.

Z: 1.96

e: 5%

p: 50%

q: 50%

N: 50

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 50}{0.05^2 * (50 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 41$$

41 Viviendas es la muestra a encuestar para alcanzar un nivel de confianza del 95%.

### **4.3 Unidad de análisis**

La unidad de análisis es primaria, dado que ésta se recibe del contacto directo con las familias que habitan el caserío Taboga del corregimiento Colorado del municipio de Nechi departamento de Antioquia, para lo cual se diseña un formato de encuesta como instrumento de recolección de los datos. La información secundaria se constituye en revisión bibliográfica de artículos científicos, revistas, libros, documentos, que ayudan a soportar teóricamente el proyecto de investigación.

### **4.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Se utilizó la encuesta como instrumento de recolección de datos, aplicada a las familias del caserío Taboga, eligiéndolas al azar, como comunidad afectada por la falta de interconexión eléctrica.

Según García Ferrando (1993), una encuesta es una investigación realizada sobre una muestra de sujetos representativa de un colectivo más amplio, que se lleva a cabo en el contexto de la vida cotidiana, utilizando procedimientos estandarizados de interrogación,

con el fin de obtener mediciones cuantitativas de una gran variedad de características objetivas y subjetivas de la población.

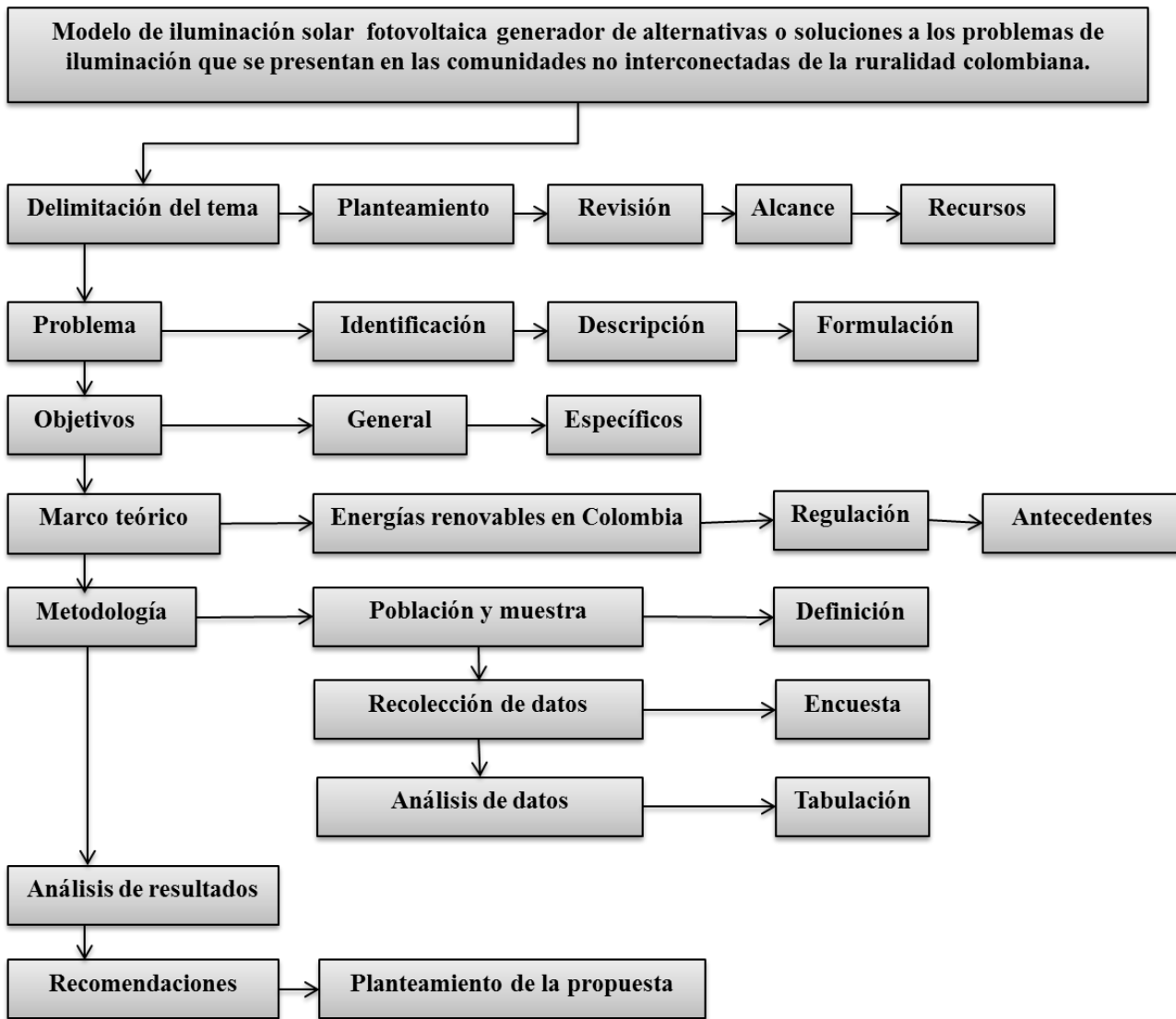
Se tomó la encuesta como un instrumento de investigación, para realizarla de manera esporádica y poder tener la opinión de las familias del caserío Taboga, corregimiento Colorado de Nechi – Antioquia, y realizar de esta manera la valoración sobre la utilización de la energía solar fotovoltaica en las comunidades rurales no interconectadas.

El medio para realizar la encuesta fue personal, con 15 preguntas de un cuestionario para apreciar la percepción de las familias del caserío Taboga sobre las necesidades de conexión eléctrica en su comunidad. El cuestionario tiene unas preguntas determinadas, concisas, claras y cerradas, que facilitan la posterior codificación e interpretación.

En este proyecto de investigación la encuesta se aplican a una muestra representativa de la población de 41 familias del caserío Taboga, donde se obtienen resultados que luego se trasladan al conjunto de la población rural no interconectada a la energía eléctrica.

## 4.5 Esquema de procesos metodológico

Grafico 3. Esquema de procesos metodológicos



Fuente: Estudio autores, 2019.

## 5. ANALISIS DE RESULTADOS

### 5.1. Presentación de Resultados

Una vez aplicados los cuestionarios a las familias habitantes del caserío Taboga para determinar su componente social y la apreciación sobre las dificultades para acceder a la conexión a la energía eléctrica y determinar el conocimiento sobre la utilización de la energía solar como fuente alternativa de generación de energía eléctrica, se obtuvo los siguientes resultados:

En la tabulación de la encuesta realizada para la apreciación de los aspectos sociales y demográficos de la población del caserío de Taboga del corregimiento colorado del municipio de Nechi - Antioquia.

#### *Pregunta 1*

*¿Cuántas personas conforman su núcleo familiar?*

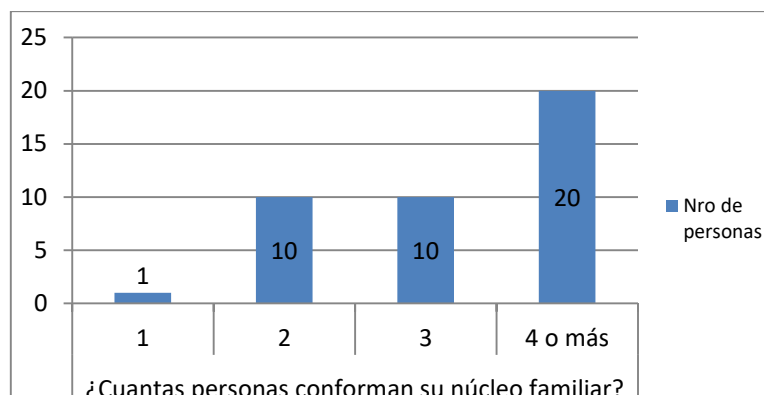
*Objetivo:* Determinar la cantidad de personas que conforman el núcleo familiar de las viviendas del caserío Taboga.

**Table 2. Apreciación de conformación del núcleo familiar**

<b>Respuesta</b>	<b>Valor Absoluto</b>	<b>Valor relativo</b>
1	1	2.439
2	10	24.39
3	10	24.39
4 o más	20	48.78
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio autores, 2019.

**Grafico 4. Apreciación de conformación del núcleo familiar**



Fuente: Estudio autores, 2019.

*Pregunta 2: Tipo de vivienda*

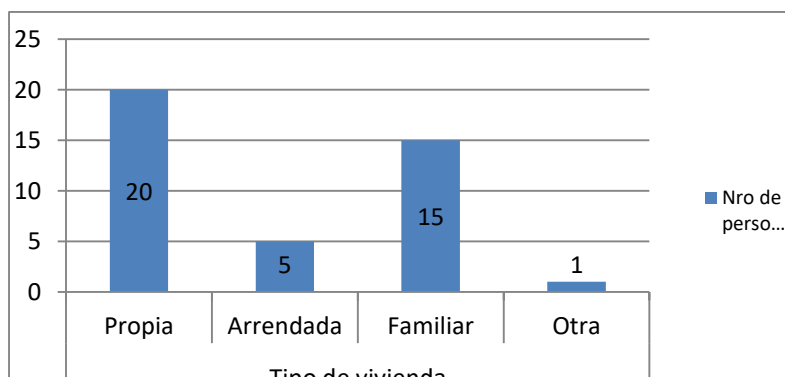
*Objetivo:* Determinar el tipo de viviendas del caserío Taboga.

**Table 3. Apreciación del tipo de viviendas en el caserío Taboga**

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo
Propia	20	48.78
Arrendada	5	12.2
Familiar	15	36.59
Otra	1	2.439
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio autores, 2019.

**Grafico 5. Apreciación del tipo de vivienda del caserío Taboga**



Fuente: Estudio autores, 2019.

*Pregunta 3: Nivel de escolaridad*

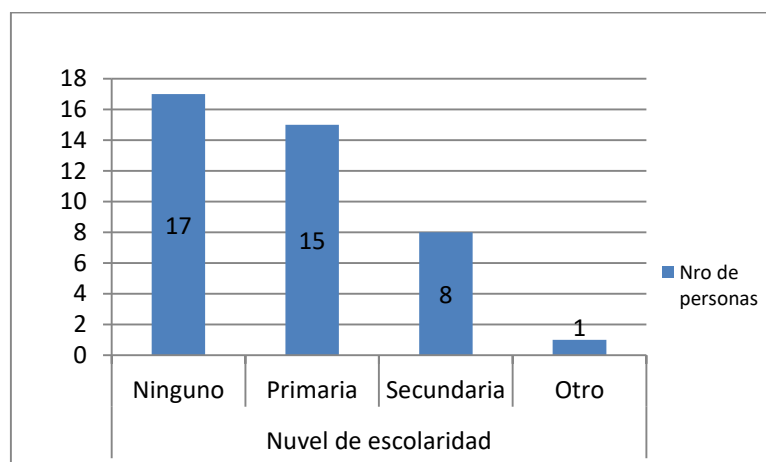
*Objetivo:* Determinar el nivel de escolaridad de los habitantes del caserío Taboga.

**Table 4.** Apreciación del nivel de escolaridad de los habitantes del caserío Taboga

<b>Respuesta</b>	<b>Valor Absoluto</b>	<b>Valor relativo</b>
Ninguna	17	41.46
Primaria	15	36.59
Secundaria	8	19.51
Otro	1	2.439
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio autores, 2019.

**Grafico 6.** Apreciación del nivel de escolaridad de los habitantes del caserío Taboga



Fuente: Estudio autores, 2019.

*Pregunta 4: Estado civil*

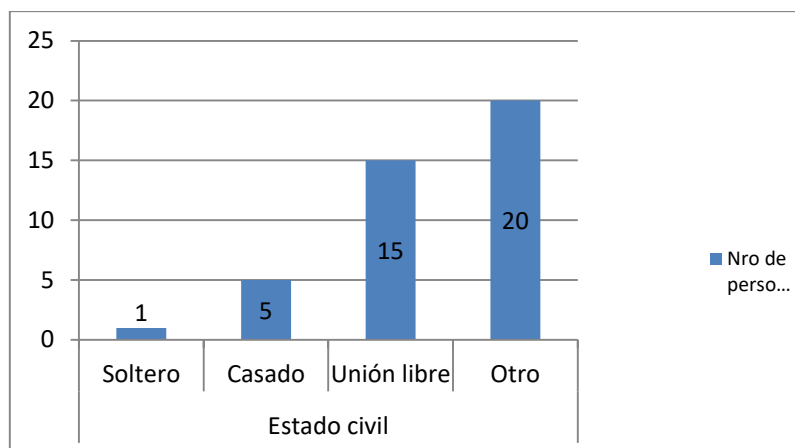
*Objetivo:* Determinar el estado civil de los habitantes del caserío Taboga.

**Table 5.** Apreciación del estado civil de los habitantes del caserío Taboga

<b>Respuesta</b>	<b>Valor Absoluto</b>	<b>Valor relativo</b>
Soltero	1	2.439
Casado	5	12.2
Unión libre	15	36.59
Otro	20	48.78
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio autores, 2019

**Grafico 7. Apreciación del estado civil de los habitantes del caserío Taboga**



Fuente: Estudio autores, 2019.

*Pregunta 5: Situación laboral actual*

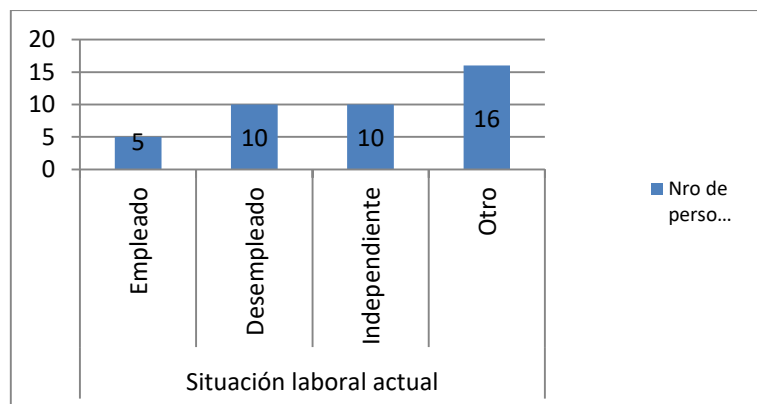
*Objetivo:* Determinar la situación laboral de los habitantes del caserío taboga.

**Table 6. Apreciación de la situación laboral de los habitantes del caserío Taboga**

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo
Empleado	5	12.2
Desempleado	10	24.39
Independiente	10	24.39
Otro	16	39.02
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio autores, 2019.

**Grafico 8. Apreciación de la situación laboral de los habitantes del caserío Taboga**



Fuente: Estudio autores, 2019.

*Pregunta 6: Nivel de ingreso promedio*

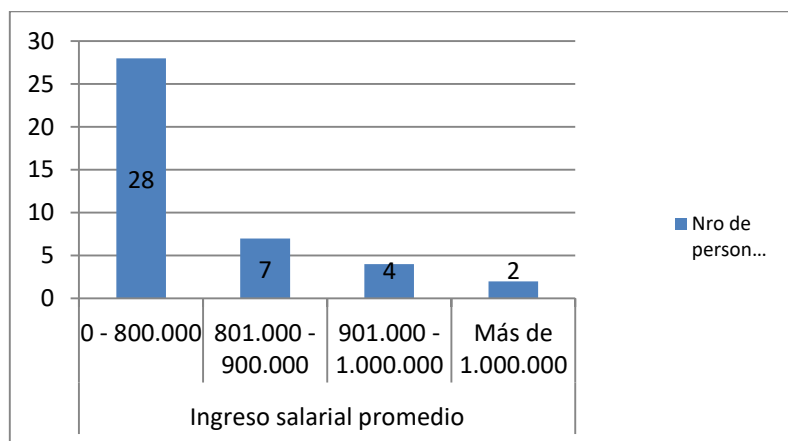
*Objetivo:* Determinar el nivel de ingreso promedio de los habitantes del caserío Taboga.

**Table 7. Apreciación del nivel de ingreso de los habitantes del caserío Taboga**

<b>Respuesta</b>	<b>Valor Absoluto</b>	<b>Valor relativo</b>
0 – 800.000	28	68.29
801.000 – 900.000	7	17.07
901.000 – 1.000.000	4	9.756
Más de 1.000.000	2	4.878
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio autores, 2019.

**Grafico 9. Apreciación del nivel de ingreso promedio de los habitantes del caserío Taboga**



Fuente: Estudio autores, 2019.

*Pregunta 7: ¿Posee conexión a energía eléctrica?*

*Objetivo:* Determinar si existe algún tipo de conexión a energía eléctrica en el caserío

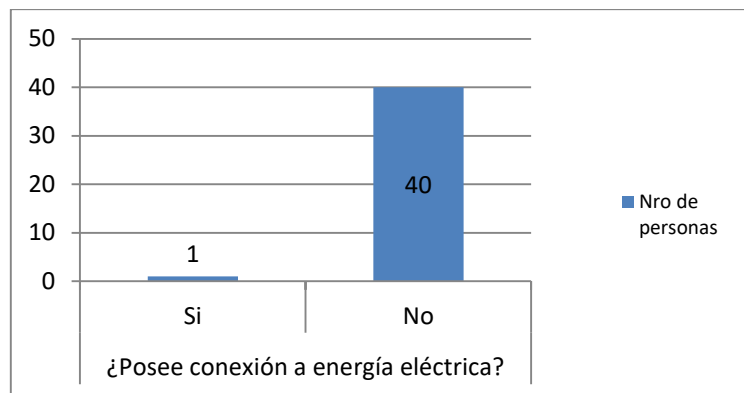
Taboga.

**Table 8. Apreciación de la existencia de conexión a energía eléctrica en el caserío Taboga**

<b>Respuesta</b>	<b>Valor Absoluto</b>	<b>Valor relativo</b>
SI	1	2.439
NO	40	97.56
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio autores, 2019

**Grafico 10. Apreciación de la existencia de conexión a energía eléctrica en el caserío Taboga**



Fuente: Estudio autores, 2019.

*Pregunta 8: ¿Posee algún sistema de generación de energía?*

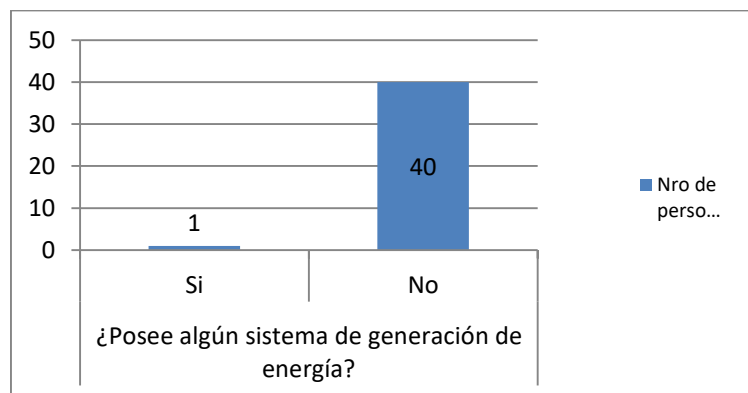
*Objetivo:* Determinar si existe algún sistema de generación de energía eléctrica en el caserío Taboga.

**Table 9. Apreciación sobre la existencia de sistemas de generación de energía eléctrica en el caserío Taboga**

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo
SI	1	2.439
NO	40	97.56
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio autores, 2019.

**Grafico 11. Apreciación sobre la existencia de sistemas de generación de energía eléctrica en el caserío Taboga**



Fuente: Estudio autores, 2019.

*Pregunta 9: ¿Conoce sobre los sistemas de generación de energía solar?*

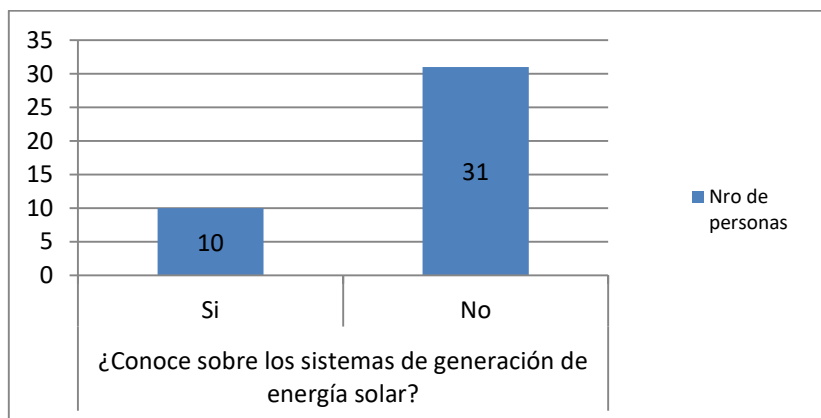
*Objetivo:* Determinar el conocimiento sobre la utilización de energía solar como fuente generadora de energía eléctrica en los habitantes del caserío Taboga.

**Table 10.** Apreciación del conocimiento sobre los sistemas de generación de energía solar de los habitantes del caserío Taboga

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo
SI	10	24.39
NO	31	75.61
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio autores, 2019.

**Grafico 12.** Apreciación del conocimiento sobre los sistemas de generación de energía solar de los habitantes del caserío Taboga



Fuente: Estudio autores, 2019.

*Pregunta 10: ¿Cuál cree que sería el sistema de generación de energía más favorable para su comunidad?*

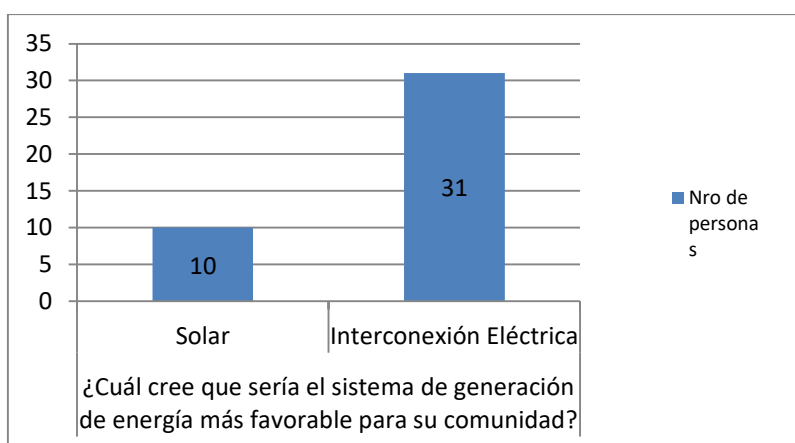
*Objetivo:* Determinar el sistema de generación de energía más favorable según los habitantes del caserío Taboga.

**Table 11. Apreciación sobre los sistemas de generación de energía más favorables según los habitantes del caserío Taboga**

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo
Solar	10	24.39
Interconexión eléctrica	31	75.61
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio autores, 2019.

**Grafico 13. Apreciación sobre los sistemas de generación de energía más favorables según los habitantes del caserío Taboga**



Fuente: Estudio autores, 2019.

*Pregunta 11: ¿Cuántas conexiones eléctricas cree que necesitaría para su hogar?*

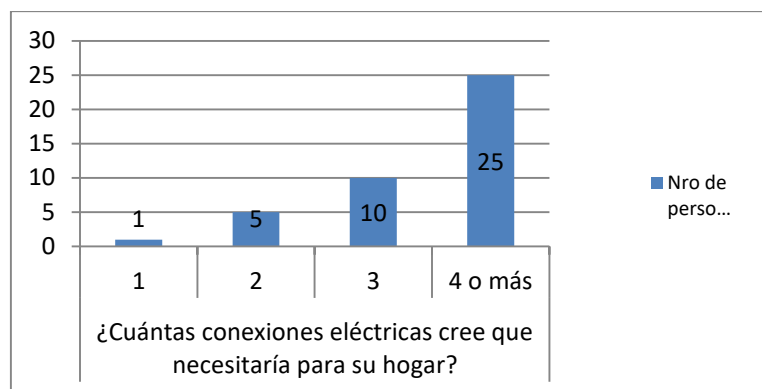
*Objetivo:* Determinar cuántas conexiones eléctricas en promedio se necesitarían en las viviendas del caserío Taboga.

**Table 12. Apreciación la necesidad de conexiones eléctricas en las viviendas del caserío Taboga**

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo
1	1	2.439
2	5	12.2
3	10	24.39
4 o mas	25	60.98
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio autores, 2019.

**Grafico 14. Apreciación la necesidad de conexiones eléctricas en las viviendas del caserío Taboga**



Fuente: Estudio autores, 2019.

*Pregunta 12: ¿Cuántos puntos de iluminación cree que necesitaría para su hogar?*

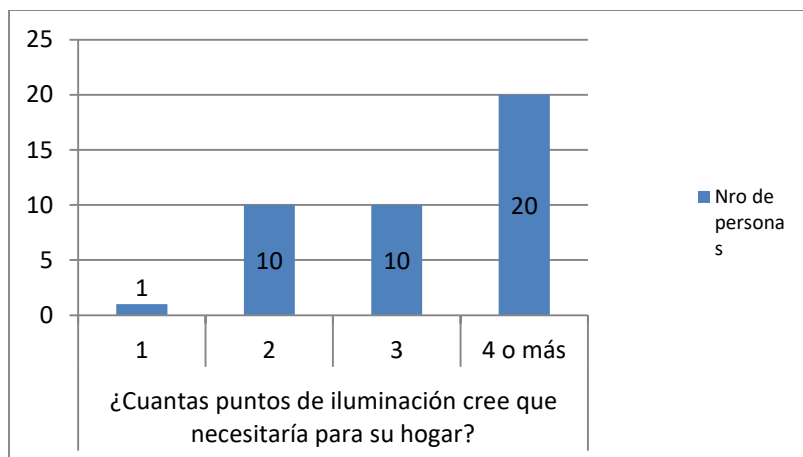
*Objetivo:* Determinar cuántos puntos de iluminación eléctricas en promedio se necesitarían en las viviendas del caserío Taboga.

**Table 13. Apreciación la necesidad de puntos de iluminación eléctrica en las viviendas del caserío Taboga**

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo
1	1	2.439
2	10	24.39
3	10	24.39
4 o mas	20	48.78
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio autores, 2019.

**Grafico 15. Apreciación la necesidad de puntos de iluminación eléctrica en las viviendas del caserío Taboga**



Fuente: Estudio autores, 2019.

*Pregunta 13: ¿Cree que el acceso a la energía eléctrica mejora la calidad de vida?*

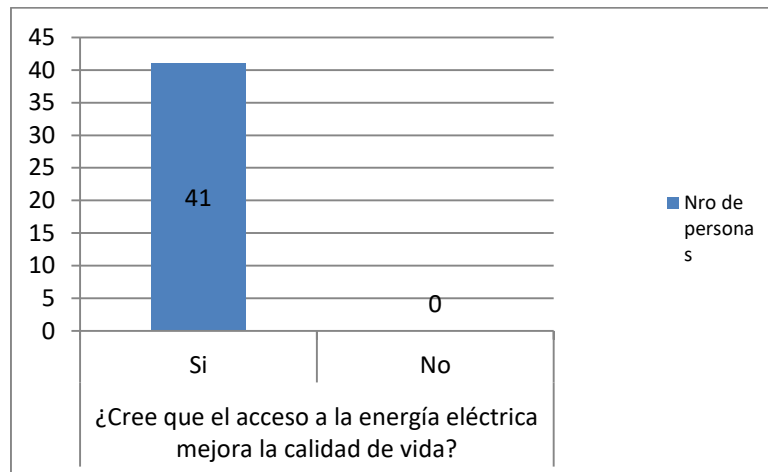
*Objetivo:* Determinar si el acceso al servicio de energía eléctrica mejora la calidad de vida de los habitantes del caserío Taboga.

**Table 14. Apreciación del servicio de energía eléctrica para mejorar la calidad de vida de los habitantes del caserío Taboga**

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo
SI	41	100
NO	0	0
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio autores, 2019.

**Grafico 16. Apreciación del servicio de energía eléctrica para mejorar la calidad de vida de los habitantes del caserío Taboga**



Fuente: Estudio autores, 2019.

*Pregunta 14: ¿Considera conveniente la utilización de la energía solar?*

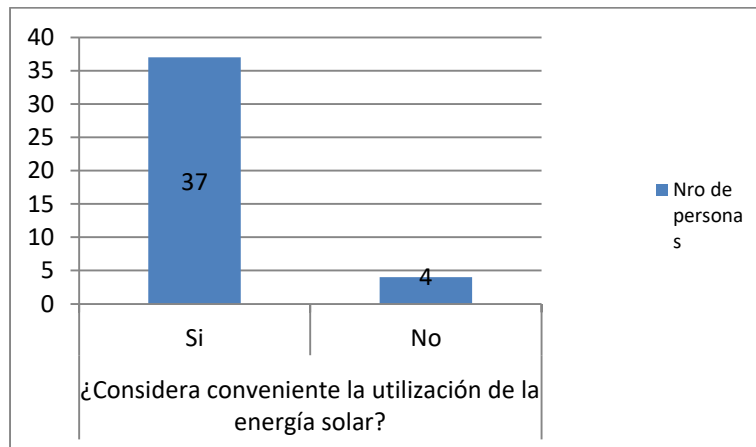
*Objetivo:* Determinar la conveniencia de la utilización de la energía solar en las viviendas del caserío Taboga.

**Table 15. Apreciación de la conveniencia de la utilización de la energía solar en las viviendas del caserío Taboga**

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo
SI	37	90.24
NO	4	9.756
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio autores, 2019.

**Grafico 17. Apreciación de la conveniencia de la utilización de la energía solar en las viviendas del caserío Taboga**



Fuente: Estudio autores, 2019.

*Pregunta 15: ¿Cómo considera la instalación de la energía solar en su comunidad?*

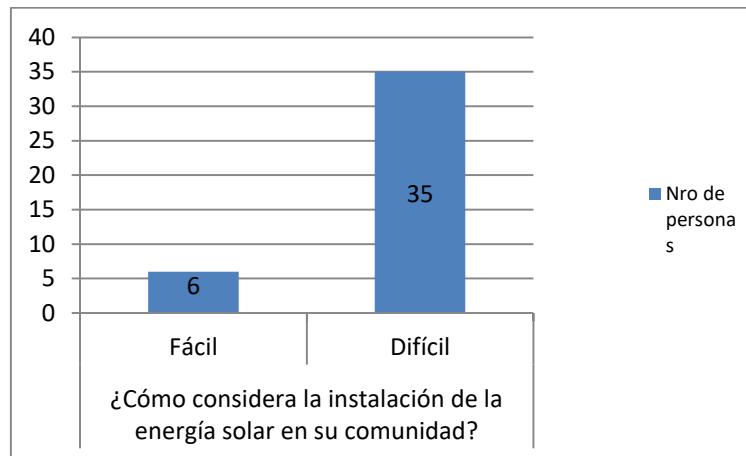
*Objetivo:* Determinar la accesibilidad para la instalación de los sistemas de energía solar en la comunidad del caserío Taboga.

**Table 16. Apreciación sobre el acceso a la instalación de sistemas de energía solar en la comunidad del caserío Taboga**

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo
Fácil	6	14.63
Difícil	35	85.37
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio autores, 2019.

**Grafico 18. Apreciación sobre el acceso a la instalación de sistemas de energía solar en la comunidad del caserío Taboga**



Fuente: Estudio autores, 2019.

## 5.2. Discusión de resultados

En el procesamiento de los datos se discuten los resultados obtenidos en la encuesta realizada a una muestra de 41 familias campesinas del caserío Taboga del corregimiento Colorado del municipio de Nechi – Antioquia, analizando las incidencias de las respuestas en la apreciación de aspectos sociales y demográficos de la población, afectada por falta de interconexión eléctrica.

### 5.2.1. Encuesta para pobladores del caserío Taboga del corregimiento colorado del municipio de Nechi – Antioquia.

Según la información obtenida en la pregunta número uno, ¿ cuántas personas conforman su núcleo familiar? el 48.78% de los encuestados está conformado por 4 o más miembros en su familia, se percibe que la conformación familiar en esta población supera ampliamente los niveles de conformación familiar en Colombia, el 24.39% está conformado por 2 y 3 miembros respectivamente, el 2.43% está conformado por un solo

componente familiar debido a poblaciones pasajeras debido a la actividad minera propia de esta región.

Para la población encuestada del caserío taboga el 48.78% tiene casa propia, el 12.2% vive en casa arrendada, el 36.59% en casa familiar y el 2.39% vive en otra forma debido a las empresas agropecuarias que tienen su campamento en el caserío, esto determina que la mayor proporción de la comunidad cuenta con casa propia y estaría dispuesta a realizar mejoras sustanciales para mejorar su calidad de vida.

La percepción del nivel de escolaridad en la población rural del caserío Taboga está ajustado en un alto grado a las condiciones que ofrece el municipio de Nechi en cobertura educativa en las zonas más apartadas del municipio, donde se evidencia que el mayor porcentaje del 41.46% de la población encuestada no tienen ningún grado de escolaridad, el 36.59% solo tiene la primaria, el 19.51% la secundaria y el 2.43% tiene algún otro tipo de capacitación en técnica laboral agropecuaria.

De la totalidad de los pobladores encuestados el 2.43% están solteros, el 12.5% están casados por la iglesia, el 36.59% están en unión libre y el 48.78% están en otra condición civil.

En la respuesta al interrogante número cinco de la encuesta, el 12.2% se encuentra laborando como empleados en empresas agropecuarias del sector lo que determina que hay un ingreso mensual fijo, el 24.39% se encuentra desempleado, el 24.39% es independiente dedicados a la actividad agropecuaria en pequeñas unidades productivas de su propiedad, y el 48.78% tiene otra actividad laboral debido a la explotación minera no formal en

diferentes escalas la cual no les ofrece ningún tipo de contrato ni garantías efectivas para mejorar su calidad de vida.

En la pregunta número seis orientada a percibir el nivel de ingreso de la comunidad encuestada, se obtuvo que el 68.29% recibe un ingreso de \$ 800.000 o menos, el 17.07% un ingreso de \$ 800.000 a \$ 900.000, el 9.756% genera un ingreso entre \$ 900.000 y \$ 1.000.000, en su mayoría debido a la contratación que tienen en las empresas agropecuarias que tienen sus centros de producción en la zona, y solo el 4.87% percibe \$ 1.000.000 o más debido a las actividades comerciales de sus cultivos de pan coger como arroz, plátano y en algunas ocasiones por la venta de semovientes.

En la pregunta ¿si posee conexión a energía eléctrica? El 97.56% afirma que no lo que determina la necesidad de la población de acceder al servicio de energía eléctrica, y solo el 2.43% posee conexión a energía eléctrica suministrada por una planta eléctrica propia. De igual manera en la pregunta si posee algún sistema de generación de energía el 97.56% afirma que no y solo el 2.43% posee un sistema de generación de energía con una planta eléctrica.

Para la pregunta número nueve, sobre si ¿conoce los sistemas de generación de energía solar? El 24.39% afirma que si, debido al conocimiento de un proyecto de iluminación solar fotovoltaica ejecutado en la escuela rural de la Hacienda Monterrey. El 75.61% afirma desconocer sobre los sistemas de iluminación solar, lo que demuestra un alto desconocimiento de la utilización de las energías alternativas para aplicarlas en su comunidad y generar soluciones al problema de conectividad eléctrica.

En la pregunta número diez donde se cuestiona sobre el sistema de generación de energía más favorable para la comunidad del caserío Taboga el 24.39% afirma que sería el sistema de generación de energía solar y el 75.61% afirma que sería el sistema de interconexión eléctrica, esto en gran proporción por el desconocimiento de los sistemas de generación de energía por fuentes renovables y la falta de socialización de los prototipos de iluminación solar que se puedan utilizar.

En la pregunta once de cuantas conexiones eléctricas cree que se necesitaría en su hogar, para definir qué cantidades son suficientes para la demanda de energía, el 2.43% de los encuestados dijo que una, el 12.2% dijo que 2, el 24.39% dijo que 3 y el 60.98% dijo que 4 o más, de esta manera se define que la cantidad de conexiones más favorable para la comunidad sería 4.

En la pregunta número 12 ¿Cuántos puntos de iluminación cree que necesitaría para su hogar? La información obtenida fue que un 2.43% de los encuestados considera que con un solo punto de iluminaciones suficiente, el 24.39% dice que con dos puntos de iluminación, el 24.39% con tres puntos y el 48.78% con cuatro puntos de iluminación.

Con la pregunta número trece ¿cree que el acceso a la energía eléctrica mejora la calidad de vida? formulada para determinar la el concepto mejora de calidad de vida de la población del caserío Taboga, la información obtenida fue un 100% considera que sí.

Para la pregunta catorce, formulada para determinar la percepción de aceptación o no, de la utilización de los sistemas de iluminación solar fotovoltaica, el 90.24% de los encuestados dice que si es conveniente la utilización de la energía solar y el 9.75% dice que

no lo considera conveniente debido a la poca claridad o conocimiento de los sistemas de iluminación solar.

En la Pregunta 15 ¿Cómo considera la instalación de energía solar en su comunidad? Formulada para determinar la percepción de la comunidad encuestada sobre la facilidad o dificultad para establecer los sistemas de iluminación solar en el caserío Taboga, el 85.37% lo considera difícil, atribuida a la poca socialización por parte de los entes territoriales para dar a conocer la utilización de las energías alternativas, el 14.63% dice que lo considera fácil de instalar en su comunidad.

## 6. CONCLUSIONES

El resultado de esta investigación confirma que las zonas rurales no interconectadas a la energía eléctrica convencional, necesitan programas sociales de promoción y divulgación, que les demuestren a los habitantes de estas regiones rurales apartadas, que pueden acceder a la utilización de energías renovables, como fuentes de energía sostenibles que le ayudaran a mejorar su calidad de vida y por ende su productividad. Pero todo esto debe ser direccionado por los entes territoriales, con acompañamiento social y técnico, que ayuden a sostener estos sistemas, y permitir de esta manera generar modelos para replicar en otras zonas rurales del país.

La finalidad de esta investigación fue percibir, inspeccionar y especificar algunas características de la población rural no interconectada, que se presentan en el caserío Taboga del corregimiento de Colorado, municipio de Nechi – Antioquia, y además demostrar el desconocimiento en la aplicación de los usos de las energías alternativas en las zonas rurales de difícil acceso a la conexión de energías convencionales, y lograr así demostrar la necesidad de desarrollar un modelo de Iluminación solar fotovoltaica, generador de soluciones o alternativas para mitigar los problemas de conexión a la energía que se presentan en la ruralidad colombiana. .

A continuación, se argumentarán los resultados primordiales de esta investigación. En consecuencia se puede deducir que la dificultad para acceder al servicio de energía eléctrica, en las zonas rurales colombianas no interconectadas, se debe a varios factores del orden normativo, institucional, medio ambiental, metodológico y del entorno, que

demuestran las pocas alternativas para provisionar de energía eléctrica a las comunidades rurales, por el desconocimiento de los sistemas de iluminación solar fotovoltaica y la selección de sistemas inadecuados de provisión de energías alternativas.

En relación a la normatividad e institucionalidad, se percibe una insuficiencia debido a la falta de liderazgo y apropiación de los entes territoriales, en la promoción y divulgación de los sistemas de generación de energía con fuentes renovables o energías alternativas, debido al desconocimiento en la normativa para el diseño y ejecución de este tipo de proyectos. Normatividad que resulta a su vez dispersa y que propicia una baja participación en la promoción de energías alternativas y poca gestión de las instituciones gubernamentales, todo esto motiva a desarrollar modelos de aplicación con conocimientos explícitos y específicos para que las comunidades rurales no interconectadas, de difícil acceso y de población dispersa, puedan alcanzar un servicio de generación de energía eléctrica de manera eficaz y eficiente.

En cuanto al entorno de las comunidades rurales no interconectadas, se evidencia un desconocimiento de la comunidad y poca participación en el aprovechamiento de los recursos naturales renovables, por la poca cultura del desarrollo sostenible y la preservación del medio ambiente, todo esto sumado a la ubicación de las comunidades rurales no interconectadas como es el caso del caserío Taboga del corregimiento de Colorado municipio de Nechi, que sumado a la poca inversión para el desarrollo y utilización de las energías alternativas, representa una necesidad de planificar de manera eficiente el abastecimiento de energías a las comunidades rurales con alternativas adecuadas a sus necesidades.

Partiendo del conocimiento de las necesidades de las comunidades rurales no interconectadas, se puede obtener claridad para el desarrollo de un modelo de iluminación solar fotovoltaica, ajustado a la realidad de estas comunidades y adaptado a las características propias de donde se valla a desarrollar el uso de la energía.

Los aspectos metodológicos y normativos para el desarrollo de un modelo de iluminación solar fotovoltaica a utilizar en las zonas no interconectadas rurales, deben brindar soluciones a la problemática de falta de energía eléctrica en zonas sin cobertura de una manera ágil, eficaz y eficiente, por eso es necesario definir con claridad la información técnica, la normatividad aplicable y la demanda de energía.

La promoción y divulgación de las energías renovables en Colombia como fuente de generación de soluciones a las comunidades rurales no interconectadas, y especialmente la energía fotovoltaica, contiene información, pero no la suficiente, para lograr una eficacia en su aplicación, por la falta en las políticas públicas de programas concretos hacia la electrificación de las zonas rurales. Se encuentran instituciones gubernamentales y empresas privadas que, en Colombia, que proyectan las energías renovables, pero aún no existe un verdadero desarrollo de esta tecnología, aplicada a las comunidades rurales.

La dispersión de estas comunidades rurales no interconectadas, dificulta la comunicación con los entes gubernamentales, para la socialización de los proyectos de generación de energía con las fuentes alternativas renovables, como es el caso del caserío Taboga del corregimiento Colorado, en Nechi - Antioquia.

## 7. RECOMENDACIONES

Se sugiere el desarrollo de un modelo de iluminación solar fotovoltaica, generador de soluciones o alternativas que mitiguen los problemas de iluminación, que se presentan en la ruralidad colombiana, enfocado a complementar los modelos existentes, y así alcanzar la efectividad y eficacia en la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en las zonas rurales no interconectadas.

Se hace necesario que los órganos gubernamentales y los entes territoriales, promocionen, divulguen e incentiven la utilización de los recursos renovables para la generación de energías alternativas, y así establecer cuáles son los modelos, técnicas y procesos que se necesitan para generar un servicio que cubra las necesidades en las comunidades rurales de difícil acceso a la conexión eléctrica.

Además de evaluar los objetivos propuestos para el desarrollo de un modelo de iluminación solar fotovoltaica, que genere soluciones a los problemas de iluminación en la ruralidad Colombia, se debe optimizar el rendimiento en la utilización de energías alternativas, para generar de esta manera mayor satisfacción de las comunidades rurales y mejora en su calidad de vida.

Es conveniente realizar programas de promoción, divulgación y capacitación en temas de planeación estratégica, de gestión de proyectos de energías alternativas, en normatividad de control y evaluación de los sistemas de iluminación solar fotovoltaica según las condiciones ofrecidas por cada zona, mediante talleres, seminarios, cursos y debates de casos de proyectos aplicados, orientados a promover la gestión pública a

proporcionar soluciones de energía eléctrica para la población rural, atendiendo sus necesidades y aumentar las iniciativas para el desarrollo y uso de las energías alternativas, con la participación de las comunidades para mejorar su calidad de vida con el acceso a la energía eléctrica.

Se debe realizar un desarrollo de modelos para la utilización de energías solares fotovoltaicas, ya que este tipo de energías presenta una viabilidad técnica para aplicarlas en las zonas rurales no interconectadas, y donde las comunidades son dispersas y alejadas de los sistemas de energías convencionales, considerando aspectos como la necesidad de recurso energético, con potencias inferiores a dos Kilovatios, además que los modelos estén ajustados a los planes de desarrollo municipales, asociado a la ubicación geográfica de las comunidades donde se puedan desarrollar los proyectos para considerar principalmente la radiación solar, y de esta manera realizar los sistemas solares fotovoltaicos que sean sostenibles y viables económicamente.

### **7.1 Propuesta**

El desarrollo de un modelo de iluminación solar fotovoltaica, generador de soluciones o alternativas a los problemas de iluminación, que se presentan en la ruralidad colombiana, se constituye un instrumento de mejoramiento y desarrollo en la utilización de las energías alternativas para las comunidades rurales no interconectadas.

El modelo es un proceso estratégico de desarrollo de la energía solar fotovoltaica, orientado a lograr el acercamiento de las comunidades rurales colombianas al servicio de electricidad, para mejorar su calidad de vida e incrementar su productividad, reuniendo

todos los requisitos para mantener su eficiencia y sostenibilidad, y que se verá manifestado en un progreso a nivel de los campesinos en lo laboral, en lo social y emocional.

El desarrollo del modelo de iluminación solar fotovoltaica, generador de soluciones o alternativas a los problemas de iluminación, que se presentan en la ruralidad colombiana, incluye temas puntuales, y que requiere la asignación de un presupuesto estimado para el cumplimiento de actividades programadas en función de los objetivos establecidos.

DESARROLLO DE UN MODELO DE ILUMINACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA, GENERADOR DE ALTERNATIVAS O SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS DE ILUMINACIÓN, QUE SE PRESENTAN EN LA RURALIDAD COLOMBIANA.

Para la investigación se tomó como base la población del caserío Taboga, del corregimiento Colorado del Municipio de Nechi – Antioquia. Perteneciente a la sub región del Bajo Cauca. Población de origen indígena, cuya actividad económica principal es la minería artesanal, y en segundo nivel se encuentra la actividad agrícola, pecuaria y de pesca, el caserío está conformado por cincuenta viviendas dispersas, y cuya vía de acceso es por el río Cauca desde el puerto de Nechi hasta el puerto de Granada una y luego por carretera sin pavimento, en una distancia de 15 kilómetros desde el puerto hasta el caserío.

**Grafico 19:** Ubicación caserío Taboga.



**Fuente:** Google Earth, 2019.

### **7.1.1. Diagnóstico de la situación actual y real del caserío Taboga**

Para la realización del diagnóstico e identificación de los aspectos que deseamos evaluar con respecto a la presentación de resultados obtenidos en el punto cinco; analizamos los siguientes hallazgos los cuales son el foco de la investigación y la propuesta para la generación de alternativas o soluciones a los problemas de iluminación que se presentan en la ruralidad Colombiana, con el desarrollo de un modelo de iluminación solar fotovoltaica.

Al considerar cual es el nivel de conocimiento de la comunidad rural del caserío taboga, con respecto a las fuentes de generación de energías alternativas como la fotovoltaica, se observan altos porcentajes de desconocimiento de los sistemas, debido a la poca socialización y divulgación de parte de los entes territoriales.

Igualmente cuando se considera los requerimientos o necesidad de puntos de conexión eléctrica y puntos de iluminación se presenta un alto porcentaje que requieren 4 o más

puntos, representados por la necesidad de refrigerar para conservar los alimentos, cargar dispositivos celulares, también la necesidad de ventilación en las horas nocturnas y la iluminación en los momentos de estudio de los menores, lo que deriva en que se deban instalar y ejecutar de manera viable la utilización de los sistemas de iluminación solar fotovoltaica para tener una mejora en la calidad de vida.

**Grafico 20:** Vivienda caserío Taboga



**Fuente:** Autores, 2019.

Se define un modelo; si se tienen las herramientas tecnológicas, una estructura financiera sólida que ayudan a identificar las alternativas de solución al problema planteado, que sirva como herramienta participativa para proveer soluciones de energía a la población rural.

Por otro lado si las comunidades rurales no interconectadas, tienen claro cuáles son sus debilidades para acceder al servicio de energía; el diagnóstico de la situación refleja contundentemente que la investigación y propuesta de desarrollar un modelo de iluminación solar fotovoltaica para generar alternativas de solución a los problemas de iluminación, que se presentan en la ruralidad colombiana, sería una respuesta efectiva para

disminuir en un alto porcentaje inequidad social que se presenta en el campo colombiano y se mejoraría notoriamente la calidad de vida de estas poblaciones.

Los beneficios que se pueden generar por la llegada de la energía eléctrica a las comunidades rurales de difícil conexión, aumentaría las capacidades de la población rural para estudiar y acceder al uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones, como procesos o alternativas que aportan a lograr una equidad social.

El a desarrollar de eliminación solar fotovoltaica para las comunidades rurales, son viables económicamente si participan de manera activa los entes territoriales u organizaciones no gubernamentales, subsidiando el servicio como una estrategia positiva que favorezca desarrollo de las comunidades rurales de difícil conexión como es el caso del caserío Taboga y que con seguridad ayudarían a mitigar el impacto de la minería informal en estas zonas.

Los procesos que llevan a identificar las necesidades de energía eléctrica, de las comunidades rurales, no se ejecutan de la forma adecuada, y esto obstaculiza la formulación de proyectos para la instalación de sistemas solares fotovoltaicos, por tal razón se debe inducir a los líderes de las comunidades para que ejecuten toda la normatividad legal dispuesta para el desarrollo de este tipo de proyectos en sus comunidades.

### **7.1.2. Justificación de la propuesta**

La comunidad del caserío Taboga del corregimiento de Colorado, en el municipio de Nechi – Antioquia, considera que el recurso más importante, por lo cual pueden mejorar su calidad de vida es el acceso a la energía eléctrica, por eso el interés a desarrollar un modelo de iluminación solar fotovoltaica que supla sus necesidades de electricidad y que además

sea amigable con el medio ambiente, genera motivación en la participación constante para alcanzar la equidad social.

El acceso al servicio eléctrico estimulara la actividad económica rural, con la posibilidad de mejorar la calidad de vida de las personas, dando uso de la energía solar fotovoltaica para lograr un desarrollo económico, un bienestar social con sostenibilidad ambiental, dando la importancia que toman cada día los recursos de energías alternativas para los seres vivos, los sistemas de energía solar no generan contaminación y aunque pueden llegar a ser costosos en su montaje inicial, la operación y el mantenimiento son de costo relativamente bajo, esto puede suscitar a el desarrollo de un modelo individual que se convierta en un sistema rentable, y que además genere sostenibilidad ambiental.

Por tal razón se plantea el desarrollo de un modelo de iluminación solar fotovoltaica económicamente viable, y ajustado a los requerimientos de las zonas rurales colombianas donde se posibilite su aplicación y que además se puedan replicar. Por eso el acceso a la energía eléctrica se constituye en elemento esencial para mantener, modificar o cambiar las actitudes y comportamientos de las comunidades rurales

Como tal se plantea el desarrollo de un modelo de iluminación solar fotovoltaica, generador de alternativas o soluciones a los problemas de iluminación, que se presentan en la ruralidad colombiana.

### **7.1.3. Alcance de la propuesta**

La presente propuesta de desarrollo de un modelo de iluminación solar fotovoltaica, generador de alternativas o soluciones a los problemas de iluminación, que se presentan en la ruralidad colombiana, está dirigida a toda la población rural colombiana no

interconectada a la energía eléctrica y con difícil acceso a este servicio, y cuyo propósito principal es impulsar el desarrollo de instalación de sistemas de iluminación solar fotovoltaica en las zonas rurales no interconectadas de manera eficaz y eficiente, y contribuir de esta manera a mejorar la calidad de vida de la población rural.

Mejorar la calidad de vida de las poblaciones rurales no interconectadas puede generar conductas positivas y mejorar la productividad, para lograr una equidad social.

#### **7.1.4. Objetivos de la propuesta**

##### **7.1.4.1. Objetivo General**

- Generar un modelo de iluminación solar fotovoltaica individual, como alternativa viable para solucionar los problemas de acceso a la energía eléctrica de las comunidades rurales no interconectadas de Colombia.

##### **7.1.4.2. Objetivos Específicos**

- Facilitar la formulación de proyectos solares fotovoltaicos, en las comunidades rurales no interconectadas.
- Ajustar los modelos de iluminación solar fotovoltaica a las necesidades de energía eléctrica de cada comunidad.
- Evaluar los procedimientos comunes para implementar este tipo de proyectos, por parte de los entes territoriales.

##### **7.1.5. Finalidad de la propuesta**

Desarrollar un modelo de iluminación solar fotovoltaica, generador de alternativas o soluciones a los problemas de iluminación, que se presentan en las comunidades no interconectadas de la ruralidad colombiana.

### **7.1.6. Acciones a ejecutar**

Las acciones a ejecutar para el desarrollo del modelo de iluminación solar fotovoltaica, generador de alternativas o soluciones a los problemas de iluminación, que se presentan en las comunidades no interconectadas de la ruralidad colombiana. Se amparan en temas de normatividad legal, recursos técnicos, condiciones de cumplimiento, selección de alternativas, sostenibilidad, presupuesto, operación y mantenimiento, que les permiten a las comunidades rurales gestionar de manera eficiente y eficaz los proyectos de conexión a energía eléctrica con sistemas alternativos de producción limpia, para mejorar la calidad de vida de estas comunidades.

En la tabla 16 se consideran las acciones a ejecutar en cada uno de los aspectos que se deben tener en cuenta para el desarrollo del modelo de iluminación solar fotovoltaica generador de alternativas o soluciones a los problemas de iluminación que se presentan en las comunidades no interconectadas de la ruralidad colombiana, asociados a aspectos sociales, legales, técnicos, financieros y ambientales.

Tabla 17. Acciones a ejecutar

ACCIONES A EJECUTAR					
ACCIONES A EJECUTAR	ACTIVIDADES	ESTRATEGIAS	COMPONENTE	NIVEL DE ACCION	RESPONSABLE
<b>Recopilar información</b>	Acercamiento con la comunidad	Socialización	Social	Intermedio	Entes territoriales - Operadores de sistemas de conexión eléctrica - comunidades
	Encuestas	Cuestionarios	Social	Intermedio	Entes territoriales - Operadores de sistemas de conexión eléctrica - comunidades
	Entes territoriales	Socialización	Social	Intermedio	Entes territoriales - Operadores de sistemas de conexión eléctrica - comunidades
<b>Caracterización de la demanda</b>	Determinación de los requerimientos de energía	Funcional	Técnico	Intermedio	Operadores de sistemas de conexión eléctrica - Empresas de iluminación solar fotovoltaica
	Determinación del usos frecuente de energía	Funcional	Técnico	Intermedio	Operadores de sistemas de conexión eléctrica - Empresas de iluminación solar fotovoltaica
	Participación en la actividad productiva	Funcional	Técnico	Intermedio	Operadores de sistemas de conexión eléctrica - Empresas de iluminación solar fotovoltaica
	Guía de consumo energético	Funcional	Técnico	Intermedio	Operadores de sistemas de conexión eléctrica - Empresas de iluminación solar fotovoltaica
<b>Obligación ambiental</b>	Tramites ambientales	Funcional	Ambienta - Legal	Intermedio	Entes territoriales - Corporaciones autónomas - órganos de control
	Permisos ambientales	Funcional	Ambiental - Legal	Intermedio	Entes territoriales - Corporaciones autónomas - órganos de control
<b>Estudios técnicos</b>	Determinación de la disponibilidad de recurso energético	Funcional	Técnico	Intermedio	Operadores de sistemas de conexión eléctrica - Empresas de iluminación solar fotovoltaica
	Estudios de carga	Funcional	Técnico	Intermedio	Operadores de sistemas de conexión eléctrica - Empresas de iluminación solar fotovoltaica
	Especificaciones técnicas	Funcional	Técnico	Intermedio	Operadores de sistemas de conexión eléctrica - Empresas de iluminación solar fotovoltaica

	Cantidad de obra	Funcional	Técnico	Intermedio	Operadores de sistemas de conexión eléctrica - Empresas de iluminación solar fotovoltaica
	Planos	Funcional	Técnico	Intermedio	Operadores de sistemas de conexión eléctrica - Empresas de iluminación solar fotovoltaica
	Cálculos	Funcional	Técnico	Intermedio	Operadores de sistemas de conexión eléctrica - Empresas de iluminación solar fotovoltaica
	Mantenimientos	Funcional	Técnico	Intermedio	Operadores de sistemas de conexión eléctrica - Empresas de iluminación solar fotovoltaica
	Diseños	Funcional	Técnico	Intermedio	Operadores de sistemas de conexión eléctrica - Empresas de iluminación solar fotovoltaica
<b>Gestión Financiera</b>	Presupuesto	Administrativa	Financiero	Superior	Comunidad - entes territoriales - operadores de sistemas solares fotovoltaicos
	Costos	Administrativa	Financiero	Superior	Comunidad - entes territoriales - operadores de sistemas solares fotovoltaicos
	Planificación	Administrativa	Financiero	Superior	Comunidad - entes territoriales - operadores de sistemas solares fotovoltaicos
<b>Financiación fondos estatales</b>	Presentación proyecto	Funcional	Técnico – Financiero	Superior	Comunidad - entes territoriales - operadores de sistemas solares fotovoltaicos
	Aval técnico y financiero	Funcional	Técnico – Financiero	Superior	Comunidad - entes territoriales - operadores de sistemas solares fotovoltaicos
	Estudio Técnico	Funcional	Técnico - financiero	Superior	Comunidad - entes territoriales - operadores de sistemas solares fotovoltaicos
	Presupuestos	Funcional	Técnico – Financiero	Superior	Comunidad - entes territoriales - operadores de sistemas solares fotovoltaicos
	MGA	Funcional	Técnico – Financiero	Superior	Comunidad - entes territoriales - operadores de sistemas solares fotovoltaicos
	Plan de desarrollo	Funcional	Técnico – Financiero	Superior	Comunidad - entes territoriales - operadores de sistemas solares fotovoltaicos
	Cofinanciación	Funcional	Técnico – Financiero	Superior	Comunidad - entes territoriales - operadores de sistemas solares fotovoltaicos
	Licencias y permisos ambientales	Funcional	Ambiental	Superior	Comunidad - entes territoriales - operadores de sistemas solares fotovoltaicos
<b>Evaluación y ejecución</b>	Asignación de recursos	Funcional	Técnico – Financiero	Superior	Entes territoriales
	Ejecución	Funcional	Técnico	Superior	Comunidad - entes territoriales - operadores de sistemas solares fotovoltaicos

Fuente: Autores, 2019.

## **7.1.7 Recursos: Humanos, Materiales, Financieros para la posible implementación de la propuesta.**

### ***7.1.7.1 Recursos humanos***

Los recursos humanos los conforman las comunidades beneficiarias de los sistemas de iluminación solar fotovoltaica con su participación en el montaje de dichos sistemas, especialistas en gestión de proyectos, Ingenieros en Iluminación solar, Técnicos en Iluminación solar y directores de planeación municipales y departamentales.

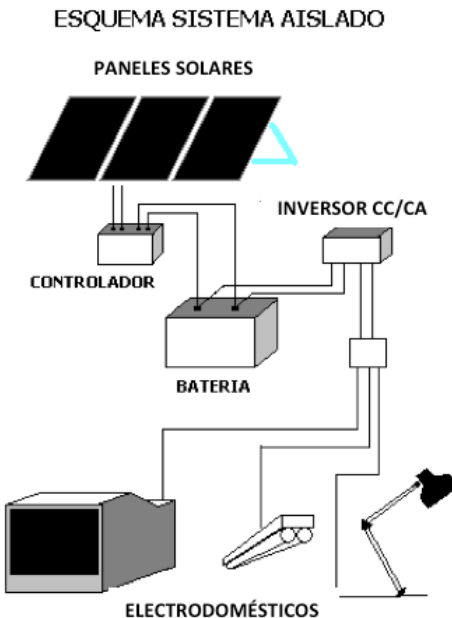
### ***7.1.7.2. Recursos materiales***

Lo compone la infraestructura para el montaje de un circuito de iluminación solar fotovoltaica individual que cumpla con cuatro puntos de iluminación y cuatro puntos de conexión eléctricos que cumplan con todos los requerimientos para garantizar un óptimo funcionamiento.

Los componentes de los sistemas de iluminación solar fotovoltaica lo constituyen:

- Paneles Fotovoltaicos
- Reguladores de carga solar
- Inversores
- Baterías
- Red de distribución interna de energía
- El material lo constituyen implementos técnicos, propios para lograr un óptimo rendimiento y excelente servicio de energía solar fotovoltaica.

Grafico 21. Esquema sistema aislado.



Fuente: <http://www.sitiosolar.com/la-electrificacion-solar-fotovoltaica-de-hogares>

### 7.1.7.3. Recursos financieros

El financiamiento para la inversión en el desarrollo del modelo de iluminación solar fotovoltaica, generador de alternativas o soluciones a los problemas de iluminación, que se presentan en las comunidades no interconectadas de la ruralidad colombiana. Será con recursos del estado, presupuestado para la ejecución con recursos de regalías y cofinanciación de entidades no gubernamentales.

### 7.1.8. Cronograma.

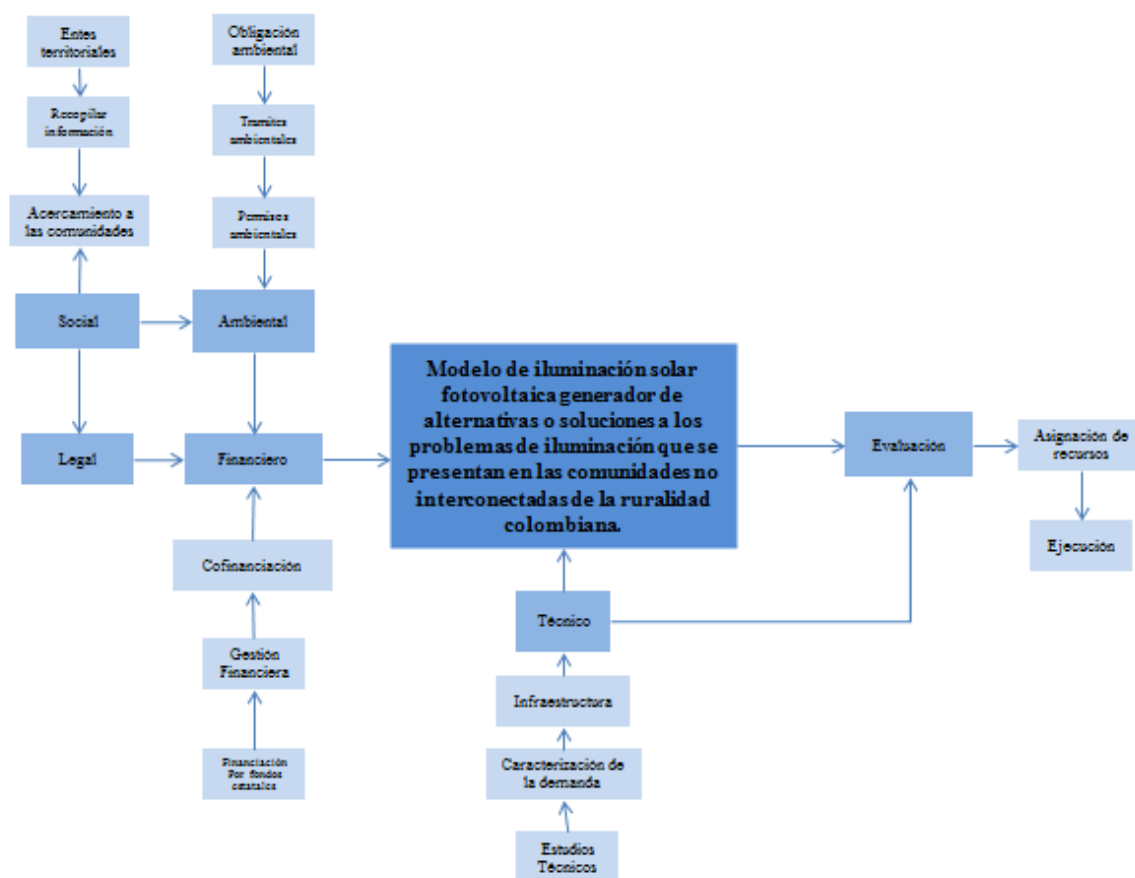
Table 18. Cronograma

ACTIVIDAD	Semana															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>PRESENTACION DE LA PROPUESTA</b>																
Planeación propuesta de investigación																
Conformación de grupos de trabajo																
Aprobación propuesta de investigación																
<b>PLANEACION INVESTIGATIVA</b>																
Diseño plan de trabajo																
Revisión documental																
Análisis y síntesis																
Definición de alcances																
Elaboración presupuesto																
<b>DESARROLLO DE LA INVESTIGACION</b>																
Gestión recursos de consulta																
Verificación																
Listar causas problema																
Listar posibles soluciones																
Definir acciones																
<b>DIVULGACION DE LA INVESTIGACION</b>																
Análisis de resultados																
Estructuración de documento final																
<b>EVALUACION Y CIERRE DEL PROYECTO</b>																
Presentación de resultados																

### 7.1.9. Evaluación de viabilidad y factibilidad del proyecto.

La estructura propuesta, representa viabilidad de implementación, de manera que se puedan definir lineamientos para la correcta ejecución de proyectos de desarrollo de las energías alternativas, basados en un modelo de iluminación solar fotovoltaica generador de alternativas o soluciones a los problemas de iluminación que se presentan en las comunidades no interconectadas de la ruralidad colombiana.

**Grafico 22.** Diagrama esquemático para el Desarrollo del Modelo de iluminación solar fotovoltaica, en comunidades rurales no interconectadas



**Fuente:** Estudio Autores, 2019

El desarrollo del modelo de iluminación solar fotovoltaica, se convierte en la herramienta fundamental para llegar al alcance de los objetivos propuestos; es decir, brindar por parte de los entes territoriales, socialización, promoción, divulgación, financiación, capaz de desarrollar proyectos, para mejorar la calidad de vida de las poblaciones rurales que aún no tienen servicio de energía eléctrica.

Alcance: Se define con el propósito de proporcionar un modelo de iluminación solar fotovoltaica, viable y ajustado a la normatividad legal, oportunos para atender las necesidades de conexión al servicio de energía eléctrica a las comunidades rurales colombianas no interconectadas.

La oportunidad de acceder al servicio de energía eléctrica, permite el mejoramiento de la calidad de vida de la población rural colombiana y permite entonces evidenciar las oportunidades de cambiar actitudes de los mismos, que contribuyen a lograr una equidad social y al mejoramiento de la productividad en general; del sector agropecuario porque, no solo se llevara a cabo en las unidades habitacionales campesinas, sino que también está dirigido a todos los componentes comunitarios como las escuelas, y unidades productoras.

Acciones a ejecutar. Por medio de estas claves se alcanzarán los objetivos propuestos en el tema de desarrollo de un modelo de iluminación solar fotovoltaica para las comunidades rurales no interconectadas.

- Acercamiento con la comunidad.
- Recopilar información.
- Caracterizar la demanda de energía Eléctrica.
- Cumplir con las obligaciones ambientales.
- Realizar los estudios técnicos.
- Gestionar los recursos financieros.
- Financiar con fondos estatales.

- Evaluar y ejecutar.

Viabilidad financiera. La aprobación de los entes territoriales de los recursos para el desarrollo del proyecto; el presupuesto se verá retribuida en las utilidades que proporcionan las comunidades por el pago del servicio, cuando se sientan con una mejor calidad de vida por acceder al servicio de energía eléctrica.

Viabilidad medioambiental. El proceso que se llevara a cabo no tiene repercusiones ambientales negativas; todo lo contrario, este entregara las herramientas necesarias para que las comunidades rurales tomen conciencia de la importancia de conservar el medio ambiente.

Viabilidad legal. El modelo de iluminación solar fotovoltaica estará acogido al marco normativo legal relevante para la utilización y montaje de los sistemas de iluminación solar fotovoltaica, avalado por el ministerio de minas y energía de Colombia.

Viabilidad Técnica: Basados en un proceso de gestión para el desarrollo de un modelo de iluminación solar fotovoltaica, se brinda a las comunidades rurales colombianas no interconectadas, los sistemas necesarios para acceder al servicio de energía eléctrica de fuentes renovables; es decir, que se les brindara a ellos los modelos a seguir para lograr acceder a los sistemas de iluminación solar, y determinar qué tan significativo fue diseñar un modelo de iluminación solar fotovoltaica, para generar alternativas de solución a los problemas de conexión que se presenta en la ruralidad colombiana.

El modelo es viable, alcanzable en recursos financieros, humanos, tecnológicos, además es útil y estratégico, y su potencial está dirigido a las comunidades rurales no interconectadas al servicio de energía eléctrica.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia. Manual de Formulación de Proyectos de Cooperación Internacional. Recuperado de [http://www.minambiente.gov.co/images/asuntos-internacionales/pdf/como-acceder-a-recursos-de-cooperacion/4794\\_100210\\_manual\\_formulacion\\_proyt\\_coop\\_marco\\_logico.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/asuntos-internacionales/pdf/como-acceder-a-recursos-de-cooperacion/4794_100210_manual_formulacion_proyt_coop_marco_logico.pdf)

Bueno López, Maximiliano, Rodríguez Sarmiento, Luis Carlos, & Rodríguez Sánchez, Patricia Jissette. (2016). Análisis de costos de la generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables en el sistema eléctrico colombiano. *Ingeniería y Desarrollo*, 34(2), 397-419. <https://dx.doi.org/10.14482/inde.33.2.6368>

Córdoba, P. M. (2011). *Formulación y evaluación de proyectos*. Bogotá, CO: Ecoe Ediciones. (pp. 2-24). Recuperado de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2077/lib/unadsp/reader.action?ppg=24&docID=10536346&tm=1501345623589>

Correa Flórez, Carlos Adrián, Marulanda García, Geovanny Alberto, & Panesso Hernández, Andrés Felipe. (2016). Impacto de la penetración de la energía solar fotovoltaica en sistemas de distribución: estudio bajo supuestos del contexto colombiano. *Tecnura*, 20(50), 85-95. <https://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.4.a06>

Departamento Nacional de Planeación (2012) *Manual de Soporte Conceptual*. (pp. 1-27). Recuperado de <https://www.sgr.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=z2spt4SLbKQ%3d&tabid=186&mid=941>

Flórez Acosta, J. E., Tobón Orozco, D. F. & Castillo Quintero, G. A. (2009). ¿Ha sido efectiva la promoción de soluciones energéticas en las zonas no interconectadas (ZNI) en Colombia? Un análisis de la estructura institucional. *Cuadernos de Administración*, 22(38), 219-245

- Giraldo Daniel. (2019) El marco normativo de las energías alternativas en Colombia no garantiza su pleno desarrollo, trabajo de grado, Universidad militar nueva granada, 3-12  
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16221/DanielFelpeGiraldoOcampo2017.pdf;jsessionid=13F1EE4A3F55B6183D3D84F97F7181BB?sequence=1>
- Marco jurídico de las energías renovables en Colombia. (2019). Recuperado el 01 de Octubre de 2019 de <http://www.estudiolegalhernandez.com/energia-renovable/marco-juridico-de-las-energias-renovables-en-colombia/>
- Rodríguez-Borges, Ciaddy Gina, & Sarmiento-Sera, Antonio. (2011). Sizing through simulation of systems for photovoltaic solar energy applied to rural electrification. *Ingeniería Mecánica*, 14(1), 13-21. Recuperado en 05 de septiembre de 2019, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59442011000100002&lng=es&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59442011000100002&lng=es&tlng=en)
- Rodríguez Gámez, María, Vázquez Pérez, Antonio, Castro Fernández, Miguel, & Vilaragut Llanes, Miriam. (2013). Sistemas fotovoltaicos y la ordenación territorial. *Ingeniería Energética*, 34(3), 247-259. Recuperado en 05 de septiembre de 2019, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59012013000300008&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012013000300008&lng=es&tlng=es).
- Rodríguez Murcia, Humberto. (2009) Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. *Revista de ingeniería*, Universidad de los Andes, 84-88.
- Rodríguez Urrego, Leonardo, Valderrama Mendoza, Mateo, García León, Herbert, Ocampo, Pablo Cesar. (2018). La gestión para cadena de suministro de sistemas de energía solar fotovoltaica en Colombia y su situación actual, *Avances: Investigación en Ingeniería*, Vol. 15, 112-130. Recuperado 05 septiembre de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6802186>

Unidad de Planeación Nacional Minero Energética, (2015). Integración de las energías Renovables no convencionales en Colombia. 64-67. Recuperado 05 de septiembre de 2019.

[http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion\\_Energias\\_Renovables/INTEGRACION\\_ENERGIAS\\_RENOVANLES\\_WEB.pdf](http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf)

Vanegas Chamorro, Marley, Villicaña Ortiz, Eunice y Arrieta Viana, Luis. (2015) Cuantificación y caracterización de la radiación solar en el departamento de La Guajira-Colombia mediante el cálculo de la transmisividad atmosférica. *Prospectiva*, 13 (2), 54-63. <https://dx.doi.org/10.15665/rp.v13i2.487>

Zambrano Benavides, Diego. 2018. Aquellos sitios a donde aún no llega la luz en Antioquia, Recuperado 30 de octubre de 2019  
<https://www.elcolombiano.com/antioquia/los-sitios-de-antioquia-donde-aun-no-hay-energia-CF9016620>

Zapata, Zuluaga, Isaac Dyner. (2005) Fuentes alternativas de generación de energía, incentivos y mandatos regulatorios: Una aproximación teórica al caso colombiano. *Energética*, núm. 34, pp. 55-63 Universidad Nacional de Colombia Medellín, Colombia.

## 9. ANEXOS

### Anexo 1. ENCUESTA APLICADA A LOS HABITANTES DEL CASERIO TABOGA

ENCUESTA APLICADA A LOS HABITANTES DEL CASERIO TABOGA  
CORREGIMIENTO COLORADO MUNICIPIO DE NECHI - ANTIOQUIA  
APRECIACION DE ASPECTOS SOCIALES Y DEMOGRAFICOS

ENCUESTA: APRECIACION DE LOS ASPECTOS SOCIALES Y DEMOGRAFICOS DE LA POBLACION DEL CASERIO DE TABOGA DEL CORREGIMIENTO COLORADO DEL MUNICIPIO DE NECHI - ANTIOQUIA			FORMATO # 1
NOMBRE ENCUESTADOR		CC	
NOMBRE ENCUESTADO		CC	
TIPO INTEGRANTE DE LA FAMILIA	PADRE		
	MADRE		
	HIJO (A)		
EDAD EN AÑOS			
Numero	Pregunta	Opciones	
1	Cuantas personas conforman su núcleo familiar	1	0
		2	0
		3	0
		4 o más	0
2	Tipo de vivienda	Propia	0
		Arrendada	0
		Familiar	0
		Otra	0
3	Nuvel de escolaridad	Ninguno	0
		Primaria	0
		Secundaria	0
		Otro	0
4	Estado civil	Soltero	0
		Casado	0
		Unión libre	0
		Otro	0
5	Situación laboral actual	Empleado	0
		Desempleado	0
		Independiente	0
		Otro	0
6	Ingreso salarial promedio	0 - 800.000	0
		801.000 - 900.000	0
		901.000 - 1.000.000	0
		Más de 1.000.000	0
7	Posee conexión a energía eléctrica	Si	0
		No	0
8	Posee algún sistema de generación de energía	Si	0
		No	0
9		Si	0

	Conoce sobre los sistemas de generación de energía solar	No	0
10	Cual cree que sería el sistema de generación de energía más favorable para su comunidad	Solar	0
		Interconexión Eléctrica	0
11	Cuantas conexiones eléctricas cree que necesitaría para su hogar	1	0
		2	0
		3	0
		4 o más	0
12	Cuantas puntos de iluminación cree que necesitaría para su hogar	1	0
		2	0
		3	0
		4 o más	0
13	Cree que el acceso a la energía eléctrica mejora la calidad de vida	Si	0
		No	0
14	Considera conveniente la utilización de la energía solar	Si	0
		No	0
15	Cómo considera la instalación de la energía solar en su comunidad	Fácil	0
		Difícil	0

## Anexo 2. RESULTADO ENCUESTA

### RESULTADO ENCUESTA: APRECIACION DE LOS ASPECTOS SOCIALES Y DEMOGRAFICOS DE LA POBLACION DEL CASERIO DE TABOGA DEL CORREGIMIENTO COLORADO DEL MUNICIPIO DE NECHI ANTIOQUIA

Numero	Pregunta	Opciones	Respuestas Encuestados	%	Coefficiente de expansión
1	¿Cuántas personas conforman su núcleo familiar?	1	1	2,439	41,0
		2	10	24,39	4,1
		3	10	24,39	4,1
		4 o más	20	48,78	2,1
2	Tipo de vivienda	Propia	20	48,78	2,1
		Arrendada	5	12,2	8,2
		Familiar	15	36,59	2,7
		Otra	1	2,439	41,0
3	Nivel de escolaridad	Ninguno	17	41,46	2,4
		Primaria	15	36,59	2,7
		Secundaria	8	19,51	5,1
		Otro	1	2,439	41,0
4	Estado civil	Soltero	1	2,439	41,0
		Casado	5	12,2	8,2
		Unión libre	15	36,59	2,7
		Otro	20	48,78	2,1
5	Situación laboral actual	Empleado	5	12,2	8,2
		Desempleado	10	24,39	4,1
		Independiente	10	24,39	4,1
		Otro	16	39,02	2,6
6	Ingreso salarial promedio	0 - 800.000	28	68,29	1,5
		801.000 - 900.000	7	17,07	5,9
		901.000 - 1.000.000	4	9,756	10,3
		Más de 1.000.000	2	4,878	20,5
7	¿Posee conexión a energía eléctrica?	Si	1	2,439	41,0
		No	40	97,56	1,0
8	¿Posee algún sistema de generación de energía?	Si	1	2,439	41,0
		No	40	97,56	1,0
9	¿Conoce sobre los sistemas de generación de energía solar?	Si	10	24,39	4,1
		No	31	75,61	1,3

10	¿Cuál cree que sería el sistema de generación de energía más favorable para su comunidad?	Solar	10	24,39	4,1
		Interconexión Eléctrica	31	75,61	1,3
11	¿Cuántas conexiones eléctricas cree que necesitaría para su hogar?	1	1	2,439	41,0
		2	5	12,2	8,2
		3	10	24,39	4,1
		4 o más	25	60,98	1,6
12	¿Cuántos puntos de iluminación cree que necesitaría para su hogar?	1	1	2,439	41,0
		2	10	24,39	4,1
		3	10	24,39	4,1
		4 o más	20	48,78	2,1
13	¿Cree que el acceso a la energía eléctrica mejora la calidad de vida?	Si	41	100	1,0
		No	0	0	#¡DIV/0!
14	¿Considera conveniente la utilización de la energía solar?	Si	37	90,24	1,1
		No	4	9,756	10,3
15	¿Cómo considera la instalación de la energía solar en su comunidad?	Fácil	6	14,63	6,8
		Difícil	35	85,37	1,2