

## RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN

-RAI-

### EVALUACIÓN DE DESARROLLO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL MUNICIPIO DE TAME – ARAUCA

\*

---

*BUSTOS, Olga; MORENO, Flor; OLAYA, Luis; PEÑA, María; RODRIGUEZ, Ligia*

#### **PALABRAS CLAVE**

Energía fotovoltaica; Evaluación; Ambiental; Económica; Técnica.

#### **DESCRIPCIÓN**

La investigación tuvo como objetivo Realizar la evaluación de desarrollo para la implementación de la energía fotovoltaica en el Municipio de Tame-Arauca, como una alternativa de energía limpia que puede ser implementada sobre todo en los sitios donde los operadores de energía convencional no han llegado, debido a que los costos operativos hacen inviable a los prestadores de este servicio llegar a estos beneficiarios. Basado en la información administrativa y social, tomada de la encuesta de evaluación realizada a ciertos habitantes de la zona, se realizó la evaluación administrativa, técnica, socioeconómica y ambiental de la tecnología. Por medio de estas se determinó que la aplicación de este tipo de energía es viable en dicha zona del País.

#### **FUENTES**

Se consultaron un total de 41 referencias bibliográficas distribuidas así: en temas generales de energía fotovoltaica: 21, beneficios de la implementación de la energía fotovoltaica: 6 y evaluaciones administrativa, ambiental, técnica y socioeconómica 14.

#### **CONTENIDO**

Actualmente, muchos de los hogares en Colombia aún no cuentan con la disposición y servicio de energía eléctrica que les permite tener un estilo de vida de mejor calidad, que les garantice seguridad y comodidad.

Teniendo en cuenta lo anterior, es necesario evaluar el desarrollo que ha tenido el país, para la implementación de la energía fotovoltaica en el Municipio de Tame, para lo cual se tomaron como referencia el departamento del Meta.

Actualmente, se puede producir y vender energía eléctrica, incluso en pequeñas cantidades, esto es posible porque se definieron las reglas que permiten a los usuarios hacerlo de manera fácil y sencilla.

Producir su propia energía tiene grandes beneficios, a la vez que se reduce el consumo a pagar en la factura del servicio de energía eléctrica, usted podrá vender al sistema la energía que le sobre, así como mejorar el uso de los recursos energéticos.

Estas nuevas reglas son un hito en el país, traen retos tanto para los usuarios como para los prestadores de servicio, pues ahora, los usuarios participan activamente en el suministro de energía.

Las energías renovables tienen aportes positivos en el medio ambiente y permite generar electricidad a partir de sistemas sostenibles, en Colombia existen varios sistemas de energía fotovoltaica los cuales han tenido acogida apoyándose en las políticas y beneficios económicos que ofrece el gobierno, los cuales promueven la utilización de estos recursos renovables.

La realización del estudio viene constituida por unas necesidades tanto socioeconómicas como medioambientales. Esto en concordancia con el propósito que cada persona debe concientizarse con el cuidado del planeta, garantizando el uso de energías renovables para lograr el aumento de energías limpias protegiendo toda vida que existe en él. Además, con este tipo de energías, se logra la reducción del uso de recursos limitados que la tierra ofrece y que tarde o temprano se agotarán.

Para la determinación de viabilidad de la implementación de la energía fotovoltaica se desarrollaron las siguientes evaluaciones según los métodos establecidos:

Evaluación administrativa:

Análisis Pestel. El análisis PESTEL es una herramienta de análisis estratégico que te

ayudara a analizar el entorno macroeconómico en el que opera tu empresa. Podrás identificar los factores que te afecta hoy o te afectarán en un futuro. (Trenza, 2018). Con esta herramienta se evaluó el entorno actual del proyecto para la implementación de la energía fotovoltaica, se identificó si tiene competidores en la zona, y la posición frente a ellos, además se analizará la capacidad para responder de manera ágil ante los cambios.

**Evaluación Socio Económica:**

La evaluación socioeconómica de proyectos consiste en comparar los beneficios con los costos que dichos proyectos implican para la sociedad; es decir, determina el efecto que el proyecto tendrá sobre el bienestar de la sociedad.

**Evaluación Técnica:**

Requerimientos mínimos de instalación, acceso a recursos según la ubicación geográfica, Reglamentación Actual, Se realizarán estimativos para determinar núcleos de implementación. Tipo de tecnología, personal experto, logística de distribución, logística inversa, vida útil de los equipos. (Grupo Ortiz, 2019)

Identificación del consumo de energía actual.  
Validación de la ubicación.

Seleccionar el tipo de instalación.

Realizar el mantenimiento regular del sistema fotovoltaico.

**Evaluación Ambiental:**

Es indispensable y se realiza a través de una evaluación de impacto ambiental, que es un procedimiento para alentar a los encargados de la toma de decisiones a que tengan en cuenta los posibles efectos de las inversiones en proyectos de desarrollo sobre la calidad ambiental y la productividad de los recursos naturales, e instrumento para hacer que los proyectos en desarrollo sean más sustentables y ambientalmente menos agresivos (Peter, 1988)

## **METODOLOGÍA**

El diseño metodológico es no experimental, pues no se ejerció control sobre las variables encontradas. (Instituto de Estudios Sociales y Culturales Pensar, 2016), en donde se observa fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos. En un estudio no experimental no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente. (Instituto de Estudios Sociales y Culturales Pensar, 2016)

La investigación tiene un enfoque mixto pues identifica de manera cuantitativa y cualitativa la implementación de la energía fotovoltaica en el Municipio de Tame.

## **CONCLUSIONES**

La implementación de un sistema fotovoltaico para la zona rural del Municipio de Tame es viable si se tiene en cuenta que es una región con buena radiación solar y el costo del operador actual es elevado.

El nivel de cobertura en la zona rural de Tame-Arauca es menor al 50%, y con una población de casi 60 mil personas, requiere de otras energías renovables que minimicen la generación de la huella de carbono de la región.

Las evaluaciones socio económica, ambiental y técnica arrojaron que esta alternativa de energía es apta para esta zona debido a su uso eficiente de los diferentes recursos, así como su mantenimiento básico y sencillo.

## **ANEXOS**

La investigación no incluye anexos, dentro de la misma se encuentran todos los estudios pertinentes y formas utilizadas para el desarrollo de esta.

**EVALUACIÓN DE DESARROLLO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE  
LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL MUNICIPIO DE TAME - ARAUCA**

**MORENO GARCÍA FLOR ELIZABETH, RODRIGUEZ GUTIERREZ  
LIGIA JANETH, OLAYA AMAYA LUIS FERNANDO, PEÑA UBATE MARIA  
FERNANDA, BUSTOS CASTELLANOS OLGA FERNANDA**

**AUTORES**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA UNITEC  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS  
BOGOTÁ, D.C., DICIEMBRE DE 2019**

**EVALUACIÓN DE DESARROLLO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE  
LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL MUNICIPIO DE TAME - ARAUCA**

**ROJAS ALVARADO RONALD**

**DIRECTOR**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA UNITEC**

**ESCUELA DE INGENIERÍA**

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS**

**BOGOTÁ, D.C., DICIEMBRE DE 2019**

*Agradecimientos:*

*...A Dios Todo poderoso por su guía, a nuestros padres, quienes nos labraron el camino y a la UNITEC, por el apoyo y acompañamiento para el logro de este nuevo reto profesional...*

## CONTENIDO

|   |           |
|---|-----------|
| Introducción                              | 11        |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....</b>      | <b>13</b> |
| <b>PREGUNTAS.....</b>                     | <b>17</b> |
| Objetivos                                 | 18        |
| <b>OBJETIVO GENERAL.....</b>              | <b>18</b> |
| <b>OBJETIVO ESPECÍFICOS.....</b>          | <b>18</b> |
| Justificación                             | 19        |
| Marco Referencial                         | 21        |
| <b>ANTECEDENTES.....</b>                  | <b>21</b> |
| <b>MARCO CONTEXTUAL.....</b>              | <b>24</b> |
| <b>INSTITUCIONAL.....</b>                 | <b>25</b> |
| <b>GEOGRÁFICO.....</b>                    | <b>26</b> |
| <b>MARCO CONCEPTUAL.....</b>              | <b>28</b> |
| <b>SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....</b>        | <b>34</b> |
| <b>MARCO TEÓRICO.....</b>                 | <b>36</b> |
| <b>EVALUACIÓN ADMINISTRATIVA.....</b>     | <b>37</b> |
| <b>EVALUACIÓN SOCIO ECONÓMICA.....</b>    | <b>42</b> |
| <b>EVALUACIÓN AMBIENTAL.....</b>          | <b>44</b> |
| <b>MARCO LEGAL.....</b>                   | <b>52</b> |
| <b>HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b> | <b>53</b> |

|  |                  |
|--|------------------|
| <b>HIPÓTESIS DE TRABAJO.....</b>                               | <b>54</b>        |
| <b>HIPÓTESIS NULA.....</b>                                     | <b>54</b>        |
| <b>HIPÓTESIS ALTERNA .....</b>                                 | <b>54</b>        |
| <br>   |                  |
| <b><i>OBJETIVOS DE LA HIPÓTESIS .....</i></b>                  | <b><i>55</i></b> |
| <br>   |                  |
| Diseño Metodológico  | 56               |
| <b>TIPO DE INVESTIGACIÓN.....</b>                              | <b>56</b>        |
| <b>PARADIGMA .....</b>   | <b>57</b>        |
| <b>ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>                       | <b>60</b>        |
| Contexto de la Empresa   | 63               |
| <b>CONTEXTO TÉCNICO.....</b>                                   | <b>63</b>        |
| <b>CONTEXTO AMBIENTAL .....</b>                                | <b>64</b>        |
| <b>CONTEXTO SOCIAL .....</b>                                   | <b>65</b>        |
| Población Objetivo y muestra                                   | 66               |
| Instrumentos, materiales y equipos                             | 66               |
| <b>LISTADO DE RECURSOS.....</b>                                | <b>66</b>        |
| Desarrollo del trabajo   | 71               |
| <b>DEFINIR EL PROCESO DE ACUERDO CON EL CICLO DE VIDA.....</b> | <b>71</b>        |
| <b>DEFINIR EL PROCESO.....</b>                                 | <b>71</b>        |
| <b>MATRIZ DOFA .....</b>                                       | <b>73</b>        |
| Análisis de Resultados   | 73               |
| <b>RESULTADO DE LA EVALUACIÓN ADMINISTRATIVA .....</b>         | <b>79</b>        |
| <b>ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL .....</b>                         | <b>85</b>        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ESTRUCTURA LEGAL (ROLES Y RESPONSABILIDADES).....</b> | <b>86</b> |
| <b>RESULTADOS DE EVALUACIÓN SOCIO ECONÓMICA.....</b>     | <b>96</b> |
| <b>RESULTADOS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL.....</b>           | <b>99</b> |
| Discusión  | 101       |
| Conclusiones   | 103       |
| Recomendaciones  | 104       |
| Bibliografía   | 105       |



## LISTA DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1 Referencias documentales- Sistemas fotovoltaicos           | 21 |
| Tabla 2 Términos lineamientos del PMI Project Management Institute | 30 |
| Tabla 3 Componente Fotovoltaicos                                   | 35 |
| Tabla 4 Parámetros de calificación                                 | 45 |
| Tabla 5 Normatividad   | 52 |
| Tabla 6 Ficha de evaluación  | 61 |
| Tabla 7 Tipología de paneles                                       | 67 |
| Tabla 8 Tipología de reguladores                                   | 68 |
| Tabla 9 Tipos de Baterías  | 69 |
| Tabla 10 Proceso y monitoreo                                       | 72 |
| Tabla 11 DOFA  | 73 |
| Tabla 12 Estimación de tiempo y costos                             | 80 |
| Tabla 13 Perfil de cargo, gerente de proyecto                      | 86 |
| Tabla 14 Perfil Cargo Asesor Externo                               | 88 |
| Tabla 15 Perfil de cargo, asesor de proyecto                       | 89 |
| Tabla 16 Perfil Cargo Técnico                                      | 91 |
| Tabla 17 Veredas potenciales Instalación conexión a red            | 93 |
| Tabla 18 Veredas potenciales instalación aislada                   | 94 |
| Tabla 19 Presupuesto de Energía fotovoltaica                       | 96 |
| Tabla 20 Matriz Ambiental  | 99 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 Mapa Tame fuente IGAC                   | 26 |
| Figura 2 Mapa de ubicación del Municipio de Tame | 27 |
| Figura 3 Irradiación Solar Fuente IDEAM          | 27 |
| Figura 4 Sistema Fotovoltaico                    | 35 |
| Figura 5 Cadena de valor                         | 41 |
| Figura 6 Usuarios de energía fotovoltaica        | 50 |
| Figura 7 Método mixto                            | 57 |
| Figura 8 Esquema de sistema aislado              | 70 |
| Figura 9 Grafica 1. Resultado de pregunta 1.     | 74 |
| Figura 10 Grafica 2. Resultado de pregunta 2.    | 75 |
| Figura 11 Grafica 3. Resultado de pregunta 3.    | 75 |
| Figura 12 Grafica 4. Resultado de pregunta 4.    | 76 |
| Figura 13 Grafica 5. Resultado de pregunta 5.    | 77 |
| Figura 14 Grafica 6. Resultado de pregunta 6.    | 78 |
| Figura 15 Grafica 7. Resultado de pregunta 7     | 78 |
| Figura 16 Grafica 8. Resultado de pregunta 8     | 79 |
| Figura 17 Organigrama                            | 85 |
| Figura 18 Conexión para red                      | 94 |
| Figura 19 Conexión aislada                       | 95 |

## Resumen

Actualmente, muchos hogares en Colombia aún no cuentan con la disposición y servicio de energía eléctrica que les permite tener un estilo de vida de mejor calidad, que les garantice seguridad y comodidad; debido a esto el acuerdo de París en 2015 sentó la necesidad de promover el desarrollo económico mundial a partir de energías renovables. La UPME y el Ministerio de Minas y Energía estiman que para antes de 2030 cerca de 10% del consumo energético en Colombia va a provenir de proyectos fotovoltaicos o solares (Redacción Economía, 2017), por lo tanto, el objetivo de este estudio es realizar la evaluación de desarrollo para la implementación de la energía fotovoltaica en el Municipio de Tame-Arauca. El diagnóstico se realizó mediante la aplicación de una ficha para la evaluación administrativa, socioeconómica, ambiental y financiera, en donde se analizaron los resultados obtenidos con el fin de determinar su viabilidad. Luego de aplicar la ficha de evaluación a los diferentes habitantes de la zona rural, se identificó que dicha implementación significaría una gran oportunidad la generación de desarrollo en el área.

## Abstract

Currently, many homes in Colombia do not yet have the provision and service of electric energy that allows them to have a better quality lifestyle, which guarantees them safety and comfort; Due to this, the Paris agreement in 2015 established the need to promote global economic development from renewable energies. The UPME and the Ministry of Mines and Energy estimate that by 2030 about 10% of energy consumption in Colombia will come from photovoltaic or solar projects (Redacción económica, 2017), therefore the objective of

this study is to carry out the development evaluation for implementation of photovoltaic energy in the Municipality of Tame-Arauca. The diagnosis was made by applying a file for administrative, socioeconomic, environmental and financial evaluation, where the results obtained were analyzed in order to determine its viability. After applying the evaluation form to the different inhabitants of the rural area, it was identified that such implementation would mean a great opportunity to generate development in the area.

## Introducción

El objetivo del presente trabajo de investigación es evaluar el desarrollo para la implementación de energía fotovoltaica en los hogares del Municipio de Tame en el departamento de Arauca, como una alternativa de energía limpia que puede ser implementada sobre todo en los sitios donde los operadores de energía convencional no han llegado y, además, debido a que los costos operativos hacen inviable a los prestadores de este servicio llegar a estos beneficiarios.

En Colombia todavía no existen parques solares con forma de osos panda como en China, ni tampoco plantas que abarquen más de 5.000 hectáreas, como la que inició operaciones en marzo pasado en Pavagada, al sur de India, y que a finales del año generará 2.000 megavatios de energía (400 menos de lo que producirá Hidroituango). Sin embargo, en el último año, en el país se ha avanzado bastante en la materia.

Hoy en día existen paneles en escuelas, empresas y hogares que le están apuntando a esta forma de autogeneración energética. Entre todos suman más de 350 proyectos, por los cuales se puede afirmar que la energía solar no es algo que se vislumbra hacia el futuro, sino que es una realidad presente.

La generación de electricidad con energía solar empleando sistemas fotovoltaicos ha estado siempre dirigida al sector rural, en donde los altos costos de generación originados principalmente en el precio de los combustibles, y los costos de Operación y Mantenimiento

en las distantes zonas remotas, hacen que la generación solar resulte más económica en el largo plazo y confiable. (Rodríguez, 2009)

Adicionalmente, estas tecnologías pueden disminuir la contaminación del medio ambiente, causada por las emisiones de gases de los sistemas convencionales, que utilizan combustibles fósiles, Sin embargo, existen barreras que dificultan un mayor desarrollo de este tipo de energía: la falta de conocimiento de las tecnologías y las capacidades institucional y técnica aún incipientes (Rodríguez, 2009)

Según el instituto para las Soluciones Energéticas, diferentes empresas en Colombia han incursionado en la inversión y utilización de energías limpias para sus labores comerciales e industriales, en el año 2016, la nación sufrió un fenómeno natural (fenómeno del niño), donde la producción energética a base de recursos limitados entro en crisis. Aproximadamente 70 empresas extranjeras iniciaron proyectos y estudios para implementar la energía solar en sus organizaciones, siendo este tipo de energía un tema por explorar en la nación. (Cañas, 2016)

## Descripción del Problema

Actualmente, la necesidad en cada rincón del mundo es generar electricidad con fuentes no contaminantes, con el fin de preservar el medio ambiente, los recursos y evitar el aumento del calentamiento global; en dicho contexto, se están buscando alternativas en la producción de energía eléctrica en diferentes procesos con sistemas más limpios, tanto para el sector industrial como para los domésticos.

Más del 80% de los hogares en Colombia, utilizan la energía convencional eléctrica, producida a través de centrales hidroeléctricas, con un costo del Kilovatio/hora que en promedio es de \$ \$116,77, hasta tarifas cercanas a los \$287 kWh, tarifa elevada si se tiene en cuenta el PIB del país y el ingreso promedio de los Colombianos. Un ejemplo de la mala calidad de energía y del servicio como tal, se conoce en toda la región del caribe: departamentos de Atlántico, Cesar, Guajira, Sucre, Córdoba y Magdalena entre otros. (Acciona, 2017)

Con base a todo lo anterior, es así como **“la Asociación Colombiana de Energías Renovables SER Colombia**, agrupó a 54 empresas relacionadas con la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables no convencionales y viene trabajando desde el 2016 para reunir conocimiento único que favorezca la complementariedad y estabilidad del sistema de generación energética colombiano. De acuerdo con informes de SER, Colombia tiene un potencial de talla mundial en materia de energía eólica y solar, por lo que este sector ofrece importantes oportunidades de inversión para las empresas que deseen competir y participar en la matriz energética del país (Procolombia, 2018)

Estos son algunos avances significativos en la implementación de sistemas fotovoltaicos:

“El Paso es la primera planta solar con obligaciones de despacho centralizado al Sistema Interconectado Nacional (SIN) (Economía, 2019)

Entró en operación la planta de energía renovable más grande del país, ubicada en el municipio El Paso (Cesar), con capacidad para producir 176 GW/año, lo cual representa el 80 % de la capacidad instalada de energía solar en Colombia. Con la generación de esta planta se podrían suplir las necesidades de una ciudad como Valledupar.

“¡La revolución de las energías renovables ya empezó!”, dijo el presidente de la República, Iván Duque, durante la inauguración. “No solamente logramos una subasta de cargo por confiabilidad que aseguró 1.398 megas de capacidad instalada de energías renovables no convencionales, sino que este es el primer proyecto de esa subasta que se entregó en el mes de febrero”, dijo el mandatario de los colombianos.

La ministra de Minas y Energía, María Fernanda Suárez, señaló que con la puesta en funcionamiento de esta planta generadora “estamos haciendo realidad el sueño de los colombianos de diversificar, complementar y mejorar la competitividad de nuestra matriz energética con fuentes alternativas, como sol y viento”.

La ministra de Minas y Energía considera que “la región Caribe, particularmente, tiene una oportunidad única gracias al potencial en energía solar y eólica que impulsará la transformación energética de Colombia”, y recordó que para el mes de junio de este año se prepara una nueva “subasta de renovables con contratos de largo plazo”, la cual permitirá avanzar en la meta del Gobierno de producir en Colombia 1.500 megavatios de energía renovables. (Revista Dinero, 2019)

Por otro lado, son conocidos los efectos que, por el uso de energías convencionales, han afectado y afecta a una tasa creciente, el clima. Esto, también es causado principalmente por la concentración creciente de gases de efecto invernadero



(GEI), en especial, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Se predice que el cambio climático afectará más a los países en desarrollo por su baja capacidad de adaptación. Recientemente se ha confirmado la importancia del uso de energía en la emisión de GEI, tal como se observa en Estados Unidos, donde el uso de energía tiene una participación del 86 % del total de producción de GEI (Agencia de protección Ambiental de Estados Unidos, 2013)

Al incursionar en diferentes alternativas para evitar más y mayores consecuencias en el medio ambiente, se incluye el uso de la energía fotovoltaica, como una de las principales oportunidades para cambiar el destino del planeta, por lo tanto, empresas en países como Colombia se encuentran aplicando este tipo de tecnologías, ya que de acuerdo a estudios realizados por el IDEAM (IDEAM, 2002) le permite analizar la distribución espacial del potencial energético solar a través de mapas y tablas los cuales establecen el valor promedio diario de radiación solar global, brillo y radiación ultravioleta solar que incide sobre una superficie plana por metro cuadrado. Así pues, según este instituto, Colombia es favorecida por gran disponibilidad de recurso solar gracias a su ubicación geográfica, con un promedio diario multianual cercano a 4,5 kWh/m<sup>2</sup> (IDEAM, 2002) Dadas estas condiciones es la oportunidad para desarrollar tanto a nivel industrial como domestico el uso de la energía fotovoltaica para suministrar de energía a diferentes procesos industriales y domésticos en el país.

Según estadísticas de la Unidad de Planeación Minera Energética (UPME) se puede evidenciar un gran interés por el querer implementar el uso energía fotovoltaica, se puede contar con un 88,3% de hogares colombianos, en donde 9 de cada 10 hogares usaran paneles solares. (UPME, 2015)

El costo de la implementación de la energía fotovoltaica varía dependiendo el tamaño de los paneles solares, este no se define por metros cuadrados, ni por su número de celdas, ni por la cantidad de energía que van a generar en un día. Los precios se definen por la potencia pico que tienen. En el mercado es común encontrarlos desde 10 watts hasta 350 watts de potencia. Las potencias más utilizadas en los sistemas solares fotovoltaicos son aproximadamente entre 200 Wp a 330 Wp.

El aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica en Colombia es poco, la mayoría de los estudios académicos no han podido ser llevados a cada hogar por el poco conocimiento de entidades de apoyo financiero, técnico existente y por falta de políticas públicas o reglamentación a nivel nacional.

En Colombia podemos encontrar algunos departamentos, municipios y localidades con deficiencia o que sencillamente no cuentan con ningún tipo de oportunidad de mejora en todo lo que se respecta a las necesidades de un hogar colombiano.

Este proyecto contempla la evaluación técnica y económica, que de cierta manera determinará la viabilidad de instalar este tipo de energía en los hogares colombianos, generando un diagnóstico del uso de una energía alternativa y realmente amigable con el medio ambiente, partiendo de la premisa del uso eficiente de los recursos naturales.

***Preguntas***

- i. ¿La implementación de la energía fotovoltaica es viable para realizarla en el municipio de Tame?
  
- ii. ¿De qué manera se puede implementar el uso de la energía fotovoltaica en el municipio de Tame?

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Realizar la evaluación de desarrollo para la implementación de la energía fotovoltaica en el Municipio de Tame-Arauca.

### ***Objetivo Específicos***

Evidenciar el bajo nivel de cobertura eléctrica que se presenta en diferentes zonas del Municipio de Tame.

Identificar los beneficios sociales y económicos que genera la implementación de un sistema fotovoltaico en el Municipio de Tame.

Identificar la responsabilidad ambiental de la población a atender

## **Justificación**

Actualmente, muchos de los hogares en Colombia aún no cuentan con la disposición y servicio de energía eléctrica que les permite tener un estilo de vida de mejor calidad, que les garantice seguridad y comodidad.

Teniendo en cuenta lo anterior, es necesario evaluar el desarrollo que ha tenido el país, para la implementación de la energía fotovoltaica en el Municipio de Tame, para lo cual se tomará como referencia el departamento del Meta.

Actualmente, se puede producir y vender energía eléctrica, incluso en pequeñas cantidades, esto es posible porque se definieron las reglas que permiten a los usuarios hacerlo de manera fácil y sencilla.

Producir su propia energía tiene grandes beneficios, a la vez que se reduce el consumo a pagar en la factura del servicio de energía eléctrica, usted podrá vender al sistema la energía que le sobre, así como mejorar el uso de los recursos energéticos.

Estas nuevas reglas son un hito en el país, traen retos tanto para los usuarios como para los prestadores de servicio, pues ahora, los usuarios participan activamente en el suministro de energía.

Las energías renovables tienen aportes positivos en el medio ambiente y permite generar electricidad a partir de sistemas sostenibles, en Colombia existen varios sistemas de energía fotovoltaica los cuales han tenido acogida apoyándose en las políticas y beneficios económicos que ofrece el gobierno, los cuales promueven la utilización de estos recursos renovables.

La realización del estudio viene constituida por unas necesidades tanto socioeconómicas como medioambientales. Esto en concordancia con el propósito que cada persona debe concientizarse con el cuidado del planeta, garantizando el uso de energías renovables para lograr el aumento de energías limpias protegiendo toda vida que existe en él. Además, con este tipo de energías, se logra la reducción del uso de recursos limitados que la tierra ofrece y que tarde o temprano se agotarán.

## Marco Referencial

### *Antecedentes*

A través de la tabla No 1, se puede apreciar los documentos de consulta, tales como estudios, análisis y guías del tema de sistemas fotovoltaicos, los cuales servirán como referencia documental y punto de partida a esta investigación.

Tabla 1

### *Referencias documentales- Sistemas fotovoltaicos*

| <b>Autor / Año</b>   | <b>Objetivo</b>  | <b>Método</b>  | <b>Conclusión</b>  |
|----------------------|--|--|--|
| (Bun-ca, 2002)       | Manuales sobre energía renovable.                        | Indicar paso a paso la instalación de un sistema de energía renovable. | Sistema que ayuda al uso eficiente de los recursos.                                |
| (Pep Puig, 2002)     | Energía solar fotovoltaica.                              | La innovación de Energía Solar es trascendental en la Historia.        | Es un recurso de la naturaleza y aprovechable.                                     |
| (Marín, 2004)        | La energía solar fotovoltaica.                           | El cambio de uso de energías renovables.                               | Impacta positivamente en el medio ambiente.  |
| (Madrid solar, 2006) | Guía de la energía solar.                                | Como incorporar el uso de energías renovables.                         | Facilidades para la instalación.   |
| (Rodríguez, 2008)    | Presentar el desarrollo de Energía solar en Colombia.    | Instalación de calentadores solares.                                   | Generar fuentes de energía nueva y renovable.                                      |
| (Aparicio, 2010)     | Energía solar fotovoltaica.                              | Cálculo de una Instalación aislada.                                    | Determina cálculos a tener en cuenta para diseño.                                  |
| (Barbosa, 2010)      | Estudio para el uso de la tecnología solar fotovoltaica. | Factibilidad para el diseño de un sistema fotovoltaico en Bogotá.      | Profundizar en proyectos referentes al uso de la energía fotovoltaica en Colombia. |

|                  |   |   |  |
|------------------|---|---|--|
| (Ospino, 2010)   | Análisis del potencial energético solar en la Región Caribe para el diseño de un sistema fotovoltaico.  | Uso de energía solar basado en mapas generados por el IDEAM.  | El estudio de aplicación de esta energía renovables FV, económicamente.  |
| (González, 2015) | Integración Energías Renovables.  | Tareas adelantadas en la Unidad de Planeación Minero-Energética – UPME–, con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo –BID–, para evaluar las posibilidades y retos de incorporación de las energías renovables en la canasta energética colombiana. | El uso de la energía solar se encuentra vinculada a diferentes áreas para el desarrollo de las actividades del ser humano, pero es importante tener claro los procedimientos y acciones que se deben implementar para que esta sea eficiente y llamativa económicamente. |
| (Acesol, 2016)   | Guía fotovoltaica para el hogar.  | Instalación de sistemas fotovoltaicos.  | Costos y como determinar el sistema a usar.  |
| (Carreño, 2016)  | Desarrollar una aplicación sistemática que facilite un análisis técnico-económico simplificado para la generación fotovoltaica (FV) y eólica para Zonas no Interconectadas de Colombia. | Instalación de zonas interconectadas con redes eléctricas con energía renovable.  | El sistema suple necesidad de energía en poblaciones pequeñas.   |
| (Ardila, 2017)   | Análisis de un sistema de energía fotovoltaica en Bogotá.   | Uso de energía fotovoltaica en hogares.   | Determinar la viabilidad de esta tecnología.   |
| (Ostos, 2017)    | Sistema híbrido fotovoltaico (FV) con interacción a la red para zonas rurales de Colombia.  | Implementación de sistema renovable en zonas rurales.   | Generar energía a zonas de difícil acceso de una manera que contribuye al medio ambiente.  |



|                     |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|
| (Garcia, 2018)      | Viabilidad técnico-económica de sistema fotovoltaico para plantas de tratamiento de agua.  | Propone un estudio y diseño con celdas fotovoltaicas para circuitos de iluminación.                      | Este sistema ayuda a ahorrar la mitad de los costos, produciendo iluminación consumiendo una potencia menor. |
| (Ortiz, 2018)       | Evaluación de los Impactos en la Implementación de Energía Solar Fotovoltaica para Viviendas Unifamiliares Villavicencio”, (Meta). | Implementación de energía fotovoltaica en un hogar en zona rural de Villavicencio.                       | El sistema evaluado es viable para reducir costos y para mejorar la calidad de vida de las personas.         |
| (Procolombia, 2018) | Colombia y su potencial en fuentes de energía renovables.  | Uso de energía renovables no convencionales sin hacer de uso de energía eléctrica.                       | Este sistema se ha convertido en una herramienta práctica.   |
| (Celcia, 2019)      | Todo lo que debes saber de la energía solar en Colombia.   | El desarrollo económico del mundo, especialmente de Colombia debe moverse hacia las energías renovables. | Falta entrenamiento para que este tipo de proyectos sean viables y puedan ser financiados por las entidades. |
| (Economía, 2019)    | Se fortalece la energía solar en Colombia.   | La energía renovable inicia y es implementada en Colombia.   | La contribución al medio ambiente tiene participación en el gobierno colombiano.                             |
| (Sánchez, 2019)     | Estudio de factibilidad de energía fotovoltaica en parque ZOL en Funza.  | Uso de Paneles solares en bodegas y suministrar energía al parque.                                       | Contribución al medio ambiente, generando energías renovables.   |

---

Fuente: Elaboración propia a partir de la literatura consultada.

### *Marco Contextual*

La implementación de un sistema de energía alternativa en hogares unifamiliares es una oportunidad al cambio, ya que es una solución para el ahorro energético y una opción que favorece el desarrollo sostenible de una población. La referencia de partida para este proyecto de investigación se determina en los impactos que generó la implementación del sistema solar fotovoltaico en la vivienda unifamiliar ubicada en la zona rural del municipio de Villavicencio (Meta).

Adicional a lo anterior, se pretende avanzar en el desarrollo de estos sistemas de energía alternos, a pesar de que la puesta en marcha del mismo tiene un alto costo económico en su etapa de construcción, pero que, a largo plazo, se recupera la inversión y su costo operativo es mínimo, aportando además la disminución en el consumo de energía eléctrica convencional, mitigando así los daños ambientales producidos por el uso de este tipo de energía en el planeta.

En el departamento del Meta se realizaron unas acciones encaminadas a evaluar los impactos que genera la instalación de un sistema de energía con paneles, partiendo de la valoración del consumo de energía que se requiere para instalar este sistema fotovoltaico, donde se realizaron los reconocimientos del área de influencia, para determinar el hogar, llevando a cabo las valoraciones de algunos electrodomésticos, con el fin de estimar la carga requerida del sistema fotovoltaico.

La información recolectada es utilizada para calcular, determinar y dimensionar todos los componentes que hacen parte del sistema fotovoltaico, además de los datos obtenidos un aspecto importante en la visita es la interacción con las personas involucradas, en donde la investigación permite definir las necesidades que presenta la familia desarrollando así estrategias para mejorar las condiciones de vida.

La implementación de estos sistemas a zonas rurales sería una alternativa que favorecería a estos grupos familiares, que aún tienen serios problemas con la prestación del servicio de energía, por los constantes apagones y bajos voltajes en las viviendas, principalmente. Con ello, se disminuiría la problemática que se presenta por el mal servicio y se contribuiría a tener una energía amigable y limpia con el medio ambiente.

### ***Institucional***

Las instituciones implicadas en el proyecto de implementación de energía fotovoltaica son:

Enelar (Empresa de energía de Arauca). En el municipio de Tame, Departamento de Arauca.

Al finalizar el presente estudio, se pretende que, en conjunto con el análisis de factibilidad técnica – económica, sirva como base para obtener financiación por parte del **Gobierno Municipal de Tame.**

Con el apoyo de recursos de regalías del departamento de Arauca, enfocado en el desarrollo sostenible para la construcción sistemas de energías renovables auto sostenible,

frente al acceso de servicios públicos y mejoramiento de calidad de vida en zona rural del municipio de Tame.

### *Geográfico*

El municipio de Tame está localizado en los llanos orientales situado en el suroccidente del departamento de Arauca. Con una extensión de 6.499 km<sup>2</sup>, con coordenadas geográficas 6°27'30"N 71°44'41"O.



Figura 1

Mapa de Colombia, localizando el Municipio de Tame

Fuente: Sistema de Información Geográfico Agustín Codazzi

La figura 1 revela la localización del Municipio de Tame lugar a evaluar viabilización.

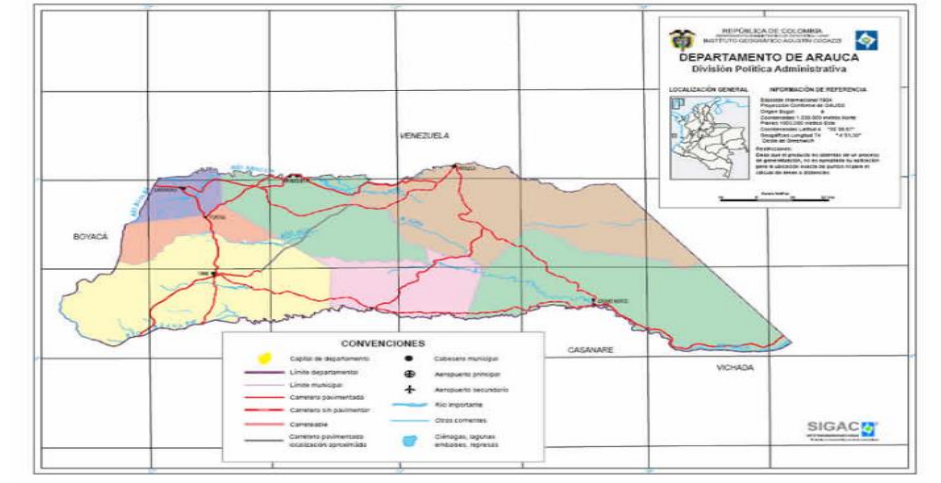


Figura 2

Mapa de ubicación del Municipio de Tame.

Fuente: Sistema de Información Geográfico Agustín Codazzi

La figura 2 revela la localización del área rural del Municipio de Tame.

La irradiación Solar para la Orinoquía y la Región Central según el IDEAM está en promedio de 4.5 kWh/m<sup>2</sup>/d<sup>3</sup>, que supera el promedio mundial de 3,9 kWh/m<sup>2</sup>/d, estando por encima de Alemania (3,0 kWh/m<sup>2</sup>/d), país que hace mayor uso de la energía solar fotovoltaica a nivel mundial

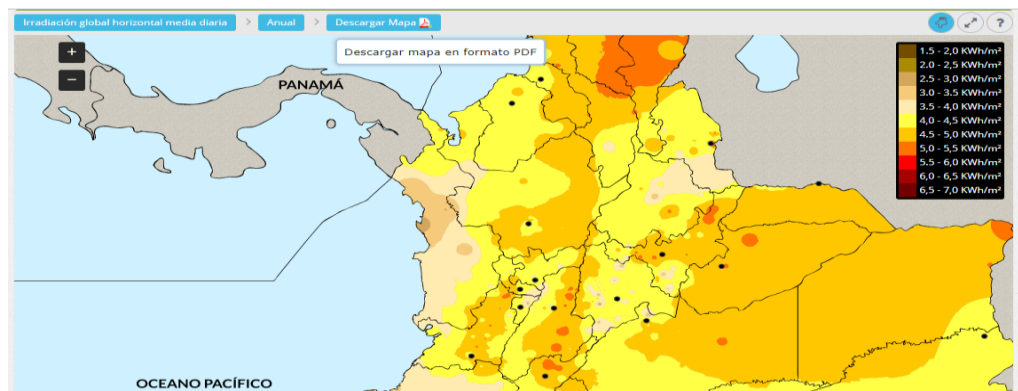


Figura 3

Irradiación Solar

Fuente IDEAM

La figura 3 revela geográficamente la Irradiación solar.

De acuerdo con los reportes presentados por las empresas prestadoras de servicios públicos en el municipio de Tame, Arauca para el año 2011 Según la Empresa de Energía de Arauca (ENELAR), la cobertura del servicio de energía eléctrica en el departamento en la cabecera municipal fue del 98%, sin embargo, en el área rural la cobertura solo llegó al 47%. (Ministerio del Trabajo)

### *Marco Conceptual*

¿Qué es un panel? Es un dispositivo que aprovecha la energía de la radiación solar, están formadas por numerosas celdas que convierten la luz en electricidad. Estas celdas dependen del efecto fotovoltaico por el que la energía luminosa produce cargas positivas y negativas en dos semiconductores próximos de diferente tipo, produciendo así un campo eléctrico capaz de generar una corriente. (Autosolar, 2019)

¿Para qué sirve?: La energía solar fotovoltaica consiste en la obtención de electricidad (de ahí que se denomine electricidad solar) directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, o una deposición de metales sobre un sustrato llamada célula solar de película fina.

Este tipo de energía se usa para alimentar innumerables aparatos autónomos, para abastecer refugios o casas aisladas y para producir electricidad a gran escala para redes de distribución. Debido a la creciente demanda de energías renovables, la fabricación de células solares e instalaciones fotovoltaicas ha avanzado considerablemente en los últimos años (Autosolar, 2019)

Los rendimientos típicos de una célula fotovoltaica de silicio policristalino oscilan entre el 14%-20%. Para células de silicio monocristalino, los valores oscilan en el 15%-21%. Los más altos se consiguen con los colectores solares térmicos a baja temperatura (que puede alcanzar un 70% de rendimiento en la transferencia de energía solar a térmica) (Sinerpol, 2013)

Los paneles solares fotovoltaicos no producen calor que se pueda reaprovechar - aunque hay líneas de investigación sobre paneles híbridos que permiten generar energía eléctrica y térmica simultáneamente. Sin embargo, son muy apropiados para proyectos de electrificación rural en zonas que no cuentan con red eléctrica, instalaciones sencillas en azoteas y de autoconsumo fotovoltaico (Sinerpol, 2013)

La energía solar tiene gran viabilidad gracias a su abundancia, pero tiene ciertas ventajas y desventajas en el ambiente.

- Reduce el uso de combustibles fósiles.
- Reduce las importaciones energéticas.

Para el desarrollo del proyecto se presentan los términos fundamentales para el entendimiento del objeto central de la investigación (**Tabla No.2**).

Puesto que el proyecto toma de referencia los lineamientos de PMI *Project Management Institute*, referidos en la tabla No. 02, se expondrán las definiciones de los términos más importantes de la Guía de fundamentos para la dirección de proyectos PMBOK®.

Tabla 2

*Términos lineamientos del PMI Project Management Institute*

| <b>CONCEPTO</b>                                   | <b>DESCRIPCIÓN</b>   | <b>FUENTE</b>                         |
|---|--|---------------------------------------|
| Acta de Constitución del Proyecto                 | Documento emitido por el iniciador del proyecto o patrocinador, que autoriza formalmente la existencia de un proyecto y confiere al director de proyecto la autoridad para aplicar los recursos de la organización a las actividades del proyecto. | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Actividad   | Porción definida y planificada de trabajo ejecutado durante el curso de un proyecto.   | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Actividad resumen                                 | Grupo de actividades relacionadas en el cronograma, las cuales son acumuladas y mostradas como una única actividad.  | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Actualización                                     | Modificación de cualquier entregable, componente del plan para la dirección del proyecto o documento del proyecto que no está bajo el control formal de cambios.   | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Alcance   | Suma de productos, servicios y resultados a ser proporcionados como un proyecto.   | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Amenaza   | Riesgo que tendría un efecto negativo sobre uno o más objetivos del proyecto.  | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Análisis de alternativas                          | Técnica utilizada para evaluar las opciones identificadas a fin de seleccionar las opciones o enfoques a utilizar para ejecutar y llevar a cabo el trabajo del proyecto.   | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Análisis de interesados                           | Técnica que consiste en recopilar y analizar de manera sistemática información cuantitativa y cualitativa, a fin de determinar qué intereses particulares deben tenerse en cuenta a lo largo del proyecto.   | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Área de Conocimiento de la Dirección de Proyectos | Área identificada de la dirección de proyectos definida por sus requisitos de conocimientos y que se describe en términos de sus procesos, practicas, datos iniciales, resultados, herramientas y técnicas que los componen.                       | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |



|                             |   |                                       |
|-----------------------------|---|---------------------------------------|
| Ciclo de Vida del Proyecto  | Serie de fases que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su conclusión.   | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| EDT / WBS                   | También conocido como Componente de la Estructura de Desglose del Trabajo Entrada en la estructura de desglose del trabajo que puede estar en cualquier nivel.      | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Control de cambios          | Proceso por medio del cual se identifican, documentan, aprueban o rechazan las modificaciones de documentos, entregables o líneas base asociados con el proyecto.   | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Descomposición              | Técnica utilizada para dividir y subdividir el alcance del proyecto y los entregables del proyecto en partes más pequeñas y manejables.                             | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Diccionario de la EDT (WBS) | Documento que proporciona información detallada sobre los entregables, actividades y planificación de cada componente de la estructura de desglose del trabajo.     | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Dirección de proyectos      | Aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del proyecto.                          | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Director del proyecto       | Project Manager (PM). Persona nombrada por la organización ejecutante para liderar al equipo que es responsable de alcanzar los objetivos del proyecto.             | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Duración                    | Total, de periodos de trabajo requeridos para completar una actividad o un componente de la estructura de desglose del trabajo, expresado en horas, días o semanas. | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Ejecutar                    | Dirigir, gestionar, realizar y llevar a cabo el trabajo del proyecto, proporcionar los entregables y brindar información sobre el desempeño del trabajo.            | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Entregable                  | Cualquier producto, resultado o capacidad única y verificable para ejecutar un servicio que se debe producir para completar un proceso, una fase o un proyecto.     | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Especificación              | <i>Specification</i> . Enunciado preciso de las necesidades a ser satisfechas y las características <i>esenciales requeridas</i>                                    | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |

|  |  |                                       |
|--|--|---------------------------------------|
| Estructura de Desglose del Trabajo (WBS/EDT)   | <i>Work Breakdown Structure (WBS)</i> .<br>Descomposición jerárquica del alcance total del trabajo a ser realizado por el equipo del proyecto para cumplir con los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos.  | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Gestión de la Calidad del Proyecto             | La Gestión de la Calidad del Proyecto incluye los procesos para incorporar la política de calidad de la organización en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y el producto, a fin de satisfacer las expectativas de los interesados.   | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Gestión de la Integración del Proyecto         | La Gestión de la Integración del Proyecto incluye los procesos y actividades para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto dentro de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos.  | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Grupo de Procesos de la Dirección de Proyectos | Agrupamiento lógico de las entradas, herramientas, técnicas y salidas relacionadas con la dirección de proyectos. Los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos incluyen procesos de inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre. Los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos no son fases del proyecto.                       | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Interesado                                     | <i>Stakeholder</i> . Individuo, grupo u organización que puede afectar, verse afectado o percibirse a sí mismo como afectado por una decisión, actividad o resultado de un proyecto, programa o portafolio.  | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Juicio de Expertos                             | Juicio que se brinda sobre la base de la experiencia en un área de aplicación, área de conocimiento, disciplina, industria, etc., según resulte apropiado para la actividad que se está ejecutando.<br>Dicha experiencia puede ser proporcionada por cualquier grupo o persona con educación, conocimiento, habilidad, experiencia o capacitación especializada. | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |

|  |  |                                       |
|--|--|---------------------------------------|
| Línea Base del Alcance / <i>Scope Baseline</i> . | Versión aprobada de un enunciado del alcance, estructura de desglose del trabajo (EDT/WBS) y su diccionario de la EDT/WBS asociado, que puede cambiarse utilizando procedimientos formales                   | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Metodología                                      | De control de cambios y que se utiliza como una base de comparación con los resultados reales.<br>Sistema de prácticas, técnicas, procedimientos y normas utilizado por quienes trabajan en una disciplina.  | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Objetivo   | Una meta hacia la cual se debe dirigir el trabajo, una posición estratégica que se quiere lograr, un fin que se desea alcanzar, un resultado a obtener, un producto a producir o un servicio a prestar.      | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Plan de Gestión de Beneficios                    | Explicación documentada que define los procesos para crear, maximizar y mantener los beneficios proporcionados por un proyecto o programa.   | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Plan de Gestión de Cambios                       | Componente del plan para la dirección del proyecto que establece el comité de control de cambios, documenta su grado de autoridad y describe como se ha de implementar el sistema de control de cambios.     | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Plan de Gestión de la Calidad                    | Componente del plan para la dirección del proyecto o programa que describe como se implementaran las políticas, procedimientos y pautas aplicables para alcanzar los objetivos de calidad.                   | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Plan de Gestión de la Configuración              | Componente del plan para la dirección del proyecto que describe como identificar y tener en cuenta objetos del proyecto bajo control de configuración y como registrar e informar los cambios en los mismos. | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Plan de Gestión de las Adquisiciones             | Componente del plan para la dirección del proyecto o programa que describe como un equipo de proyecto adquirirá bienes y servicios desde fuera de la organización ejecutante.                                | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |

|                                       |  |                                       |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------|
| Plan de Gestión de las Comunicaciones | Componente del plan para la dirección del proyecto, programa o portafolio que describe cómo, cuándo y por medio de quien se administrará y difundirá la información del proyecto.  | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Plan de Gestión de los Costos         | Componente del plan para la dirección del proyecto o programa que describe la forma en que los costos serán planificados, estructurados y controlados.                             | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Plan de Gestión de los Recursos       | Componente del plan para la dirección del proyecto que describe como se adquieren, asignan, monitorean y controlan los recursos del proyecto.                                      | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Plan de Gestión de los Requisitos     | Componente del plan para la dirección de un proyecto o programa que describe como serán analizados, documentados y gestionados los requisitos.                                     | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Plan de Gestión de los Riesgos        | Componente del plan para la dirección del proyecto, programa o portafolio que describe el modo en que las actividades de gestión de riesgos serán estructuradas y llevadas a cabo. | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Plan de Gestión del Cronograma        | Componente del plan para la dirección del proyecto o programa que establece los criterios y las actividades para desarrollar, monitorear y controlar el cronograma.                | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |
| Restricción                           | Factor limitante que afecta la ejecución de un proyecto, programa, portafolio o proceso.   | (Guía del PMBOK®, 2017, pág. 699-726) |

---

Fuente: Elaboración propia a partir de la literatura consultada.

A través de la tabla 2 se revelan todos los lineamientos del PMI

### ***Sistemas fotovoltaicos***

Los sistemas fotovoltaicos basan su funcionamiento en el efecto fotoeléctrico para transformar la energía lumínica proveniente del sol en energía eléctrica.

Este proceso de generación de electricidad renovable no contamina, no emite gases nocivos, su mantenimiento es mínimo y no genera ruidos molestos.

La tecnología fotovoltaica es totalmente confiable y su instalación en residencias e industrias es sencilla. (Sánchez & Julián, 2016)

A continuación, a través de la figura 1 se enuncian las partes que conforman un sistema de generación fotovoltaico aislado a nivel residencial.



Figura 4

#### Sistema Fotovoltaico

Fuente Sánchez & Julián, 2016

La figura 4 revela el sistema fotovoltaico y su funcionamiento.

Tabla 3

#### Componentes Fotovoltaicos

| Concepto                             | Definición  | Fuente                   |
|--------------------------------------|---|--------------------------|
| 1. Paneles Solares Fotovoltaicos:    | Los paneles solares están formados por celdas fotovoltaicas, las cuales recolectan los rayos del sol y los convierten en corriente directa (DC)                     | (Sánchez & Julián, 2016) |
| 2. Inversor                          | Recibe la corriente directa (DC) generada por los paneles solares y la convierte en corriente alterna (AC), el tipo de electricidad comúnmente utilizada.           | (Sánchez & Julián, 2016) |
| 3. Tablero Eléctrico                 | La corriente alterna (AC) que sale del inversor llega a un tablero eléctrico donde está lista para ser utilizada.   | (Sánchez & Julián, 2016) |
| 4. Medidor de Energía Bidireccional: | Mide la energía entregada por la compañía de luz al usuario, así como la energía fotovoltaica residual compensada en su estado de cuenta, de esta manera la energía | (Sánchez & Julián, 2016) |

residual producida por su sistema fotovoltaico se descuenta de su próximo recibo de luz.

|    |                       |   |                          |
|----|-----------------------|---|--------------------------|
| 5. | Red Eléctrica         | Es el sistema eléctrico de la compañía de luz. Su sistema fotovoltaico permanecerá conectado a la red eléctrica para permitir el funcionamiento de la red eléctrica cuando se requiera energía adicional a la que su sistema fotovoltaico produjo, por ejemplo, durante la noche, garantizando así un suministro constante y confiable de electricidad. (Centelsa, 2017)      | (Sánchez & Julián, 2016) |
| 6. | Sistema de Monitoreo  | Su sistema fotovoltaico ofrece la posibilidad de monitorear la producción diaria de energía fotovoltaica y verificar que su sistema funcione adecuadamente, así como llevar un registro del CO2 no emitido al ambiente  | (Sánchez & Julián, 2016) |
| 7. | Energía renovable.    | Energías limpias que contribuyen a cuidar el medio ambiente. Frente a los efectos contaminantes y el agotamiento de los combustibles fósiles, las energías renovables son ya una alternativa. Por renovable se refiere a la energía solar, eólica, biomasa, energía geotérmica, energía hidroeléctrica, hidrógeno, energía de los océanos y mucho más”                        | (Espada, 2018)           |
| 8. | Energía convencional. | “...toda aquella energía tradicional que se comercializa entrando a formar parte del cómputo del producto interior bruto (PIB). Las energías convencionales no tienen por qué ser energías no renovables, pero debido principalmente a circunstancias históricas, se puede decir que son principalmente las no renovables, como: petróleo, carbón, gas, combustibles fósiles” | (Espada, 2018).          |

---

Fuente: Elaboración propia a partir de literatura consultada.

A través de la tabla 3 se revela los componentes del sistema de Fotovoltaico.

*Marco Teórico*

### ***Evaluación Administrativa***

Los principales criterios de evaluación en la recolección y análisis de los datos son la objetividad, rigor, confiabilidad y validez. Credibilidad, confirmación, valoración y transferencia.

### ***Análisis Estratégico***

- i. ***Análisis Pestel.*** El análisis PESTEL es una herramienta de análisis estratégico que te ayudara a analizar el entorno macroeconómico en el que opera tu empresa. Podrás identificar los factores que te afecta hoy o te afectarán en un futuro. (Trenza, 2018).

Con esta herramienta se evaluará el entorno actual del proyecto para la implementación de la energía fotovoltaica, se identificará si tiene competidores en la zona, y la posición frente a ellos, además se analizará la capacidad para responder de manera ágil ante los cambios.

Factores a tener en cuenta para la implementación del proyecto:

- ii. ***Análisis Político.*** Se definirán las políticas internas para ejecutar el proyecto, entre las cuales se establecerá el equipo de trabajo, las funciones de cada miembro, la subordinación del equipo, las comunicaciones que se van a utilizar.

En las políticas externas se tendrá en cuenta todas las leyes del país y de la zona, como son temas legales, tributarios, laborales, ambientales, fiscales, entre otros. (Parada, 2013)

- iii. Análisis Económico.* Se evaluará la factibilidad y solidez de proyecto en el municipio de Tame, además de analizar la disponibilidad económica de la empresa para iniciar la implementación del proyecto, los métodos que se van a utilizar para su financiación y la posibilidad de gestionar convenios de financiación con la gobernación, alcaldía o entidades extranjeras. Así mismo, se analizarán las tasas de interés para futuros créditos, las nuevas reformas tributarias, la tasa de cambio, el costo de vida en el municipio. (Parada, 2013)
- iv. Análisis Sociológico.* Con este factor se analizará la comunidad que se va a atender, en aspectos como su estilo de vida, nivel educativo, en que se basa su economía, los medios de comunicación a los que tiene acceso, la conciencia por su salud, tasa de crecimiento de la población, su posición frente al calentamiento global y el medio ambiente. (Parada, 2013)
- v. Análisis Tecnológico.* La energía fotovoltaica es una tecnología que se está implementando en el país, es totalmente confiable para uso en residencias o nivel industrial, para el proyecto se tendrá en cuenta la innovación que se estén dando en el mercado para los materiales e insumos que se utilizaran en la elaboración de las celdas y paneles, además a los nuevos desarrollos



que se den en temas de aprovechamiento de energía solar, y de esta manera serán implementados en el proyecto. (Parada, 2013)

- vi. ***Análisis Ecológico*** el proyecto está diseñado para disminuir la contaminación del medio ambiente, son energías amigables y evitará el calentamiento global. También enseñara a la población sobre la importancia de cuidar el planeta implementando el reciclaje de residuos en cada hogar y haciendo buen uso de la energía. (Parada, 2013)
  
- vii. ***Análisis Legal*** Se aplicará la reglamentación de energías renovables que hay en el país, Ley 1715 de 2014, también se tendrá en cuenta cada disposición legal que se implemente en el país y que tenga relación con nuestro proyecto. (Parada, 2013)

### ***Cinco Fuerzas De Porter.***

Las cinco fuerzas de Porter es uno de los sistemas más famosos que puso sobre la mesa el economista. Lo dio a conocer en 1979 y lo publicó en 2008 en Harvard Business Review. Su fortaleza radica en un potente examen de la industria en un momento determinado. ¿Con qué objetivo? Para determinar la posición de una empresa respecto a otra. (Villacampa, 2018)

### ***Cinco fuerzas:***

- i. ***Poder de negociación de los clientes***

En este punto se tienen problemas cuando los clientes cuentan con un producto que tiene varios sustitutos en el mercado o que puede llegar a tener un costo más alto que otros productos si tu producto llega a tener un costo más alto que otros similares en el mercado. Si los compradores están bien organizados, esto hace que sus exigencias sean cada vez más altas y que exijan incluso una reducción de precios notable. (Riquelme, 2019)

***ii. Poder de negociación con los proveedores***

Proporciona a los proveedores de la empresa, las herramientas necesarias para poder alcanzar un objetivo (Riquelme, 2019)

***iii. Amenazas de nuevos competidores***

Es una de las fuerzas más famosas y que se usa en la industria para detectar empresas con las mismas características económicas o con productos similares en el mercado.

Este tipo de amenazas puedes depender de las barreras de entrada. Hay 6 tipos de barreras diferentes: la economía de escalas, la diferenciación, el requerimiento de capital, el acceso a canales de distribución o las ventajas de los costos independientes. (Riquelme, 2019)

*iv. Amenazas de productos sustitutos*

En este punto, una empresa comienza a tener serios problemas cuando los sustitutos de los productos comienzan a ser reales, eficaces y más baratos que el que vende la empresa inicial. Esto hace que dicha empresa tenga que bajar su precio, lo que lleva una reducción de ingresos en la empresa. (Riquelme, 2019)

*v. Rivalidad entre competidores*

En este punto se puede competir directamente con otras empresas de la industria que te dan el mismo producto.

La rivalidad se caracteriza por que los competidores están enfrentados y que ambos usen grandes estrategias de negocios. Además, por la intensidad de la empresa para llevar a cabo sus proyectos y la forma en la que emplea su imaginación por poder superar lo que hagan las demás empresas a su alrededor, destacando con sus productos por encima de las demás. (Riquelme, 2019)

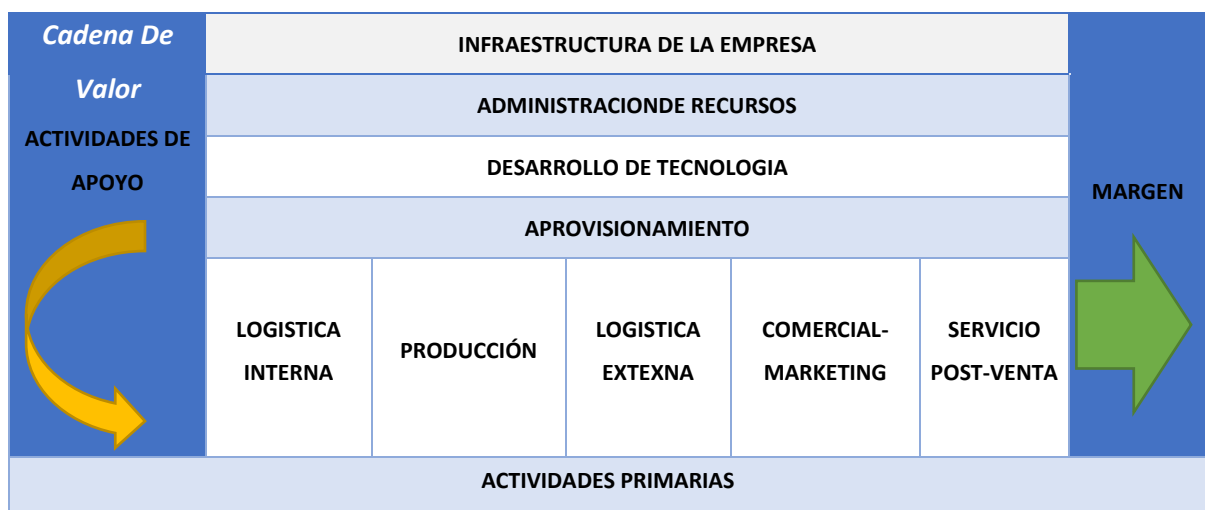


Figura 5

Cadena de Valor, fuente Porter 1987,

Fuente: Elaboración Propia a partir de literatura consultada

La figura 5 revela la estructura de la cadena de valor para el proyecto de implementación de energía fotovoltaica en Tame - Arauca

La cadena de valor es una herramienta de análisis estratégico que ayuda a determinar los fundamentos de la ventaja competitiva de una empresa, por medio de la desagregación ordenada del conjunto de las actividades de la empresa.

Porter divide las bases del funcionamiento de la organización en dos tipos de actividades: primarias y de apoyo. Las actividades primarias son logística interna, operaciones, logística externa, marketing y ventas y servicio. Estas actividades son primarias porque agregan valor en forma directa, por ejemplo, en razón de un producto de mejor calidad, de costos de producción más bajos, o incluso de servicios posteriores a las ventas, induciendo a los compradores a pagar un precio superior. Las actividades de apoyo incluyen abastecimiento, desarrollo tecnológico, administración de recursos humanos e infraestructura de la empresa. A diferencia de las actividades primarias, las actividades de apoyo no agregan valor en forma directa, sino que refuerzan la capacidad de las actividades primarias para agregar valor. (Mintzberg & Boyer, 1997)

### ***Evaluación Socio Económica.***

La evaluación socioeconómica de proyectos consiste en comparar los beneficios con los costos que dichos proyectos implican para la sociedad; es decir, determina el efecto que el proyecto tendrá sobre el bienestar de la sociedad.

Contribución al desarrollo Económico y Social (Campos, 2018)

1- Índices de desarrollo económico y social: mide el grado de desarrollo de sociedades y territorios considerando variables alternativas, como el número de usuarios de redes sociales, el bienestar ambiental, la felicidad, el coste de la vida, la exportación de productos de alta tecnología... etc.

2- Grado de compromiso institucional: se refiere al grado de identificación y pertenencia que un individuo o una institución tiene con el proyecto.

Se tendrán en cuenta criterios de habitabilidad, calidad de vida, Ubicación Geográfica, Nivel socio económico, necesidades básicas, condiciones de seguridad, Caracterización de potenciales beneficiarios – establecimiento de la demanda del servicio.

Debido a la existencia de los diferentes tipos de paneles y la variabilidad de sus características técnicas, algunos proyectos requieren realizar un estudio de pre-inversión que permiten evaluar la factibilidad de las diferentes alternativas existentes en el mercado; uno de los métodos comúnmente utilizados para esto, es el análisis costo beneficio (ACB), el cual es una evaluación socioeconómica que considera, en términos reales, los costos y beneficios directos e indirectos que los programas y proyectos de inversión generan para la sociedad, incluyendo externalidades y efectos intangibles (Morales Castro Arturo, 2009) Teniendo en cuenta lo siguiente:

- i. Costos de instalación y mantenimiento.
- ii. Beneficios por ser una energía renovable, inagotable,
- iii. Vida útil media es mayor a los 30 años.
- iv. Inversión inicial y gastos de operación para la instalación.

### ***Evaluación Técnica.***

Requerimientos mínimos de instalación, acceso a recursos según la ubicación geográfica, Reglamentación Actual, Se realizarán estimativos para determinar núcleos de implementación. Tipo de tecnología, personal experto, logística de distribución, logística inversa, vida útil de los equipos. (Grupo Ortiz, 2019)

- i. Identificación del consumo de energía actual.
- ii. Validación de la ubicación.
- iii. Seleccionar el tipo de instalación.
- iv. Realizar el mantenimiento regular del sistema fotovoltaico.

### ***Evaluación Ambiental.***

La evaluación ambiental es indispensable y se realiza a través de una evaluación de impacto ambiental, que es un procedimiento para alentar a los encargados de la toma de decisiones a que tengan en cuenta los posibles efectos de las inversiones en proyectos de desarrollo sobre la calidad ambiental y la productividad de los recursos naturales, e instrumento para hacer que los proyectos en desarrollo sean más sustentables y ambientalmente menos agresivos (Peter, 1988)

Los métodos más usados tienen a ser los más sencillos, incluyendo analogías, listas de verificación, opiniones de expertos (dictámenes profesionales), cálculos de balance de masa y matrices, etc.

Las características deseables en los métodos que se adopten comprenden los siguientes aspectos. (García, 2004):

- i. Deben ser adecuados a las tareas que hay que realizar, como la identificación de impactos o la comparación de opciones.
- ii. Ser lo suficientemente independientes de los puntos de vista personales del equipo evaluador y sus sesgos.
- iii. Ser económicos en término de costes y requerimiento de datos, tiempo de aplicación, cantidad y tiempo de personal, equipo e instalaciones.

Los criterios de evaluación se evidencian en la siguiente tabla.

Tabla 4

*Parámetros de calificación*

| PARÁMETROS DE CALIFICACIÓN CUALITATIVA | CALIFICACIÓN | INTERPRETACIÓN | DESCRIPCIÓN   |
|--|--------------|----------------|---|
| <b>NATURALEZA - SIGNO</b>              | 1            | POSITIVO       | Define el sentido del cambio ambiental producido por una determinada acción. Puede ser positivo (P, +) o negativo (N, -), en función de si mejora o degrada el ambiente actual o futuro   |
|  | -1           | NEGATIVO       |   |
| <b>INTENSIDAD - (IN)</b>               | 1            | BAJA           | Califica la dimensión o tamaño del cambio ambiental producido por una actividad o proceso constructivo u operativo, que se expresa de la siguiente manera:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja (1). Se presenta una alteración mínima del elemento evaluado.</li> <li>• Media (2). Algunas de las características del elemento cambian completamente</li> <li>• Alta (4). El elemento cambia sus principales características, aunque aún se puede recuperar</li> <li>• Muy Alta (8). El elemento cambia sus características, con difícil recuperación</li> <li>• Total (12). Se presenta una destrucción total del elemento</li> </ul> |
|  | 2            | MEDIA          |   |
|  | 4            | ALTA           |   |
|  | 8            | MUY ALTA       |   |
|  | 12           | TOTAL          |   |

|                              |      |               |  |
|------------------------------|------|---------------|--|
| <b>EXTENSIÓN - (EX)</b>      | 1    | PUNTUAL       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puntual (1). Si el impacto es muy localizado.</li> </ul>  |
|                              | 2    | LOCAL         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parcial (2). El impacto se presenta en menos del 50% del área donde se construirá la Planta y el Interceptor.</li> </ul>  |
|                              | 4    | EXTENSO       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extenso (4). El impacto se presenta en más del 50% del área donde se construirá la Planta y el Interceptor.</li> </ul>  |
|                              | 8    | TOTAL         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Total (8): El impacto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del programa de saneamiento. Tiene una influencia generalizada en toda el área de estudio.</li> </ul>  |
|                              | (+4) | CRÍTICO       | <p>En caso de que el impacto se produzca en un sitio crítico, se le sumará cuatro (4) a la calificación del parámetro.</p>   |
| <b>MOMENTO - (MO)</b>        | 1    | LARGO PLAZO   | <p>Es el tiempo que transcurre entre el inicio de la actividad y la aparición del impacto sobre el elemento del medio considerado, el cual se evalúa de la siguiente forma:</p> <p>Largo Plazo (1). Si el impacto tarda en manifestarse más de cinco años.</p> |
|                              | 2    | MEDIANO PLAZO | <p>Mediano Plazo (2). Si se manifiesta entre uno a cinco años.</p>   |
|                              | 4    | CORTO PLAZO   | <p>Corto Plazo (4). Si el impacto se presenta en menos de un año</p>   |
|                              | 4    | INMEDIATO     | <p>Inmediato (4). Si el impacto ocurre una vez se inicie la actividad que lo genera.</p>   |
|                              | (+4) | CRÍTICO       | <p>En caso de que el impacto se produzca en un sitio crítico, se le sumará cuatro (4) a la calificación del parámetro.</p>   |
| <b>PERSISTENCIA - (PE)</b>   | 1    | FUGAZ         | <p>Fugaz (1). Si dura menos de un año</p>  |
|                              | 2    | TEMPORAL      | <p>Temporal (2). Si dura entre 1 y 10 años.</p>  |
|                              | 4    | PERMANENTE    | <p>Permanente (4). Si tiene una duración superior a 10 años.</p>   |
| <b>REVERSIBILIDAD - (RV)</b> | 1    | CORTO PLAZO   | <p>Corto Plazo (1). Si el elemento retorna a sus condiciones iniciales en menos de un año.</p>   |



|                               |   |                           |  |
|-------------------------------|---|---------------------------|--|
|                               | 2 | MEDIANO PLAZO             | Mediano Plazo (2). Si se demora entre 1 y 10 años en recuperar sus condiciones.  |
|                               | 4 | IRREVERSIBLE              | Largo Plazo (4). Si la recuperación se tarda más de 10 años  |
| <b>SINERGIA - (SI)</b>        | 1 | SIN SINERGISMO            | Sin sinergia (1). Cuando una acción que actúa sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones.<br>Sinérgico (2). Se presenta un sinergismo moderado, que implica una manifestación mayor al causado por la acción. |
|                               | 2 | SINÉRGICO                 | Muy Sinérgico (4). La acción es altamente sinérgica, que se manifiesta en un impacto mucho mayor sobre el factor intervenido   |
|                               | 4 | MUY SINÉRGICO             |  |
|                               |   |                           |  |
| <b>ACUMULACIÓN - (AC)</b>     | 1 | SIMPLE                    | Simple (1). Cuando la acción no produce impactos acumulativos.   |
|                               | 4 | ACUMULATIVO               | Acumulativo (4). El impacto acumula.   |
| <b>EFECTO - (EF)</b>          | 1 | INDIRECTO                 | Indirecto (1). La manifestación no es consecuencia directa de la acción.   |
|                               | 4 | DIRECTO                   | Directo (4). El impacto es causado por la actividad.   |
| <b>PERIODICIDAD - (PR)</b>    | 1 | IRREGULAR O DISCONTINUO   | Irregular (1). La manifestación del impacto no se puede predecir.  |
|                               | 2 | PERIÓDICO                 | Periódico (2). La manifestación se presenta de manera cíclica  |
| <b>RECUPERABILIDAD - (RE)</b> | 4 | CONTINUO                  | Continuo (4). El impacto se presenta constantemente desde que se inició la actividad   |
|                               | 1 | RECUPERABLE INMEDIATO     | Inmediata (1). Una vez que se desarrolle la medida, el elemento retorna a sus condiciones iniciales.   |
|                               | 2 | RECUPERABLE MEDIANO PLAZO | A mediano plazo (2). Si el elemento recupera su estado inicial en menos de 5 años  |
|                               | 4 | MITIGABLE                 | Mitigable (4). Las condiciones iniciales son recuperadas parcialmente  |

|   |               |  |
|---|---------------|--|
| 8 | IRRECUPERABLE | Irrecuperable (8). La alteración del elemento no se puede reparar. |
|---|---------------|--|

---

Fuente: Información propia

A través de la tabla 5 se relacionan parámetros de calificación cualitativa.

***Beneficios de la energía solar:***

Aunque el desarrollo de tecnologías solares se inició en la década de 1860, a comienzos del siglo XX la disponibilidad de fuentes no renovables como el carbón y el petróleo detuvieron su crecimiento.

Serían la crisis del petróleo en 1973 y 1979 las que provocaron un cambio en la política energética mundial, para finalmente tener su gran auge desde 1998 hasta hoy, luego del protocolo de Kioto, un acuerdo de 1997 dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que tiene por objetivo reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global.

**ODS 07: Energía Asequible y no contaminante:** El uso de energías alternas contribuye a mejorar las consecuencias medioambientales negativas del desarrollo económico y la globalización, una apuesta por el progreso social, el equilibrio medioambiental y el crecimiento económico.

La inversión en energías renovables, el ahorro de agua, la apuesta por la movilidad sostenible o la innovación en construcción y arquitectura sostenible contribuyen a lograr esta sostenibilidad ambiental desde varios frentes.

**ODS 13: Acción por el Clima:** se contribuye a la lucha contra el cambio climático

La energía solar fotovoltaica es una energía renovable que se crea tras la transformación directa de la radiación y la luz procedente del sol en electricidad. Esta transformación es posible gracias a unos dispositivos llamados paneles fotovoltaicos, que hacen que la radiación solar incida en las células fotovoltaica (Ingeoexpert, 2019)

Cada día crece la tendencia a implementar este tipo de energía en los hogares y empresas, según lo describe Bertinat, esta tendencia requiere estar fundamentada en los siguientes pilares, condiciones y criterios:

- i. Seguridad en el abastecimiento de los diversos insumos energéticos.
- ii. Reducción de la actual dependencia energética.
- iii. Prevenir y revertir los impactos ambientales locales y globales, resultantes del
- iv. actual sistema de producción y consumo de energía.
- v. Asegurar la cobertura y el acceso equitativo de toda la población a los recursos y servicios energéticos.

Garantizar la participación democrática de la población en los procesos de decisión sobre las políticas y proyectos energéticos.

A partir de la gran importancia que ha tomado este tema, las políticas energéticas de los diferentes países se han enfocado en aumentar gradualmente el suministro de energía renovable, elaborándose para ello una estrategia de desarrollo que diversas

Regiones, tales como la Unión Europea, Sudamérica y Centroamérica busquen un modo de aprovechar los recursos naturales para la producción de energía, mismos que minimicen el impacto ambiental de la actividad humana sobre el ambiente natural.

Si varias empresas se animaron a instalar sistemas fotovoltaicos, ahora es posible producir y vender energía eléctrica, incluso en pequeñas cantidades. Esto es

posible porque se definieron las reglas que permiten a los usuarios hacerlo de manera fácil y sencilla.

Producir energía propia tiene grandes beneficios. A la vez que reduce el consumo a pagar en la factura del servicio de energía eléctrica, se podrá vender el sistema la energía que sobra, así como mejorar el uso de recursos energéticos

**Auto generación a pequeña escala:** Es cuando un usuario decide producir energía eléctrica, principalmente para atender sus propias necesidades y el tamaño de su instalación de generación es inferior a 1.000KW.

Se dividen en dos grupos. Ver figura.

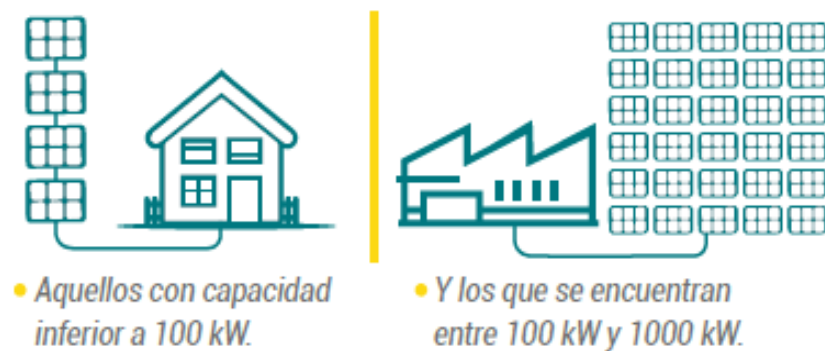


Figura 6.

Usuarios de energía fotovoltaica

Fuente: A partir de la literatura consultada.

La figura 6 revela la capacidad de producción de energía según el tamaño del generador.

Esta clasificación obedece a que para el primer grupo se tiene características de conexión más flexibles y precios distintos al del segundo grupo.

Beneficios de autogenerar a pequeña escala para los usuarios

- **Ahorros en la factura:** reduce sus consumos de energía de la red y con esto el valor de la factura a pagar.
- **Venta de energía:** puede recibir ingresos si entrega los excedentes al sistema, es decir, la energía que no consume no se pierde, se vende.
- **Mayor oferta de energía:** como auto generador aporta electricidad al sistema (incluso en situaciones complejas como el fenómeno del niño), y ayuda a disminuir las pérdidas por el transporte de energía.
- **Ventajas de implementar esta energía renovable:** Deducción de la renta gravable un 50% de inversión en proyectos, por un periodo establecido de 5 años. También recibe el beneficio de exclusión del IVA en los bienes asociados al proyecto. Exención arancelaria.

El uso de esta fuente de energía requiere el empleo de una serie de tecnologías de conversión más elaboradas, que han sido diseñadas en los últimos 30 años y que todavía se encuentran en estado de desarrollo, fundamentalmente para disminuir sus costos (Duran, 2005)

### **Las fuentes de energía**

Se definen como “los recursos existentes en la naturaleza de los que la humanidad puede obtener energía utilizable en sus actividades” (Duran, 2005) A su vez, estas fuentes de energía tienen su origen en las fuentes no renovables y renovables, esto de acuerdo con el ritmo de consumo de energía que el ser humano requiere. Sin embargo, en la actualidad algunos problemas relacionados con el desarrollo económico mundial son concernientes con la capacidad energética de cada país (Hernández, 2006)

### Marco Legal

- i. Ley 1715 de 2014, que integra las energías renovables, como es la energía solar, al Sistema Energético Nacional. Apenas con la Resolución 030 de 2018 de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (Creg),
- Resolución 030 de 2018 de la comisión de regulación de energía y Gas
  - Resolución CREG 024 de 2015
  - Ley 1715 Incentivos tributarios y fiscales
  - Ley 1715 de 2014 Reglamentación de la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional.

Tabla 5

#### *Normatividad aplicable*

| <b>NORMA</b>    | <b>TIPO DE DOCUMENTO</b> | <b>TITULO</b>  | <b>DESCRIPCION</b>  |
|-----------------|--------------------------|--|---|
| <b>NTC 1736</b> | Terminología             | Energía solar. Definiciones y nomenclatura (Norma Técnica Colombiana, 1995)  | Establecer los símbolos y nomenclatura  |
| <b>NTC 2775</b> |                          | Energía solar fotovoltaica. Terminología y definiciones (Norma Técnica Colombiana, 2005)   | Establecer la terminología y definiciones   |
| <b>NTC 2631</b> | Medición de propiedades  | Medición de transmitancia y reflectancia fotométricas en materiales sometidos a radiación solar (Norma Técnica Colombiana, 1989) | Describe el cálculo de transmitancia luminosa (fotométricas a partir del método ASIM para el espectro de transmitancia y reflectancia de materiales |

|                 |   |   |  |
|-----------------|---|---|--|
| <b>NTC 2883</b> | Componentes de sistemas solares fotovoltaicos | Modulo fotovoltaica de silicio cristalino para aplicación terrestre. Calificación del diseño y aprobación de tipo (Norma Técnica Colombiana, 2006a) | Menciona los requisitos para calificar el diseño y posterior aprobación de los módulos fotovoltaicos para la aplicación terrestre  |
| <b>NTC 5287</b> |   | Celdas y baterías secundarias para sistemas de energía solar fotovoltaica. Requisitos generales y método de ensayo (Norma técnica Colombiana 2009)  | Indica los requisitos de las baterías que se utilizan en los sistemas solares fotovoltaicos y de los métodos de ensayo típico utilizados para verificar la eficiencia de las baterías. |
| <b>NTC 5433</b> |   | Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos (Norma Técnica Colombiana 2006b)              | El proceso de esta norma es determinar la información mínima para la configuración del sistema con módulos fotovoltaicos de manera óptima y segura                                     |

---

Fuente: propia a partir de literatura consultada

La tabla 6 relaciona la normativa aplicable para el proyecto de implementación de energía fotovoltaica en Tame - Arauca

### **Hipótesis de la Investigación**

¿Es viable la implementación de energía fotovoltaica en el Municipio de Tame?

La viabilidad de este sistema para los hogares en Tame depende de los resultados del estudio que se realice, en el área Social, legal y económica principalmente.

### ***Hipótesis de Trabajo***

Resulta Viable la implementación de la energía fotovoltaica por medio de paneles solares, considerando el alto grado de interés representado en un 88.3% de los hogares colombianos; esto preservaría el medio ambiente, evitaría el aumento del calentamiento global, se haría un uso eficiente de los recursos naturales y generaría independencia y sostenibilidad a cada familia al tener su propio suministro de energía, este esfuerzo es posible si el gobierno a través del IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales) promueve mediante políticas, financiamiento y subsidios el acceso a esta fuente de energía.

### ***Hipótesis Nula***

En la implementación de la energía fotovoltaica no se debe reparar en los costos de instalación, pues se está obteniendo otros beneficios como mejorar la calidad de vida de los hogares colombianos, preserva el medio ambiente y evita el calentamiento global.

### ***Hipótesis Alternativa***

Debido a los altos costos de implementación se diseñarán planes a mediano y largo plazo evaluando inicialmente la posibilidad de implementación en las zonas urbanas con mayor concentración de población, poder adquisitivo y de fácil acceso, que subsidien las primeras etapas de la implementación.



*Objetivos de la Hipótesis*

1. Evaluar el desarrollo para la implementación de energía fotovoltaica en el Municipio de Tame, como una alternativa de energía limpia que puede ser implementada sobre todo en los sitios donde los operadores de energía convencional no han llegado y además que los costos operativos.
2. Conocer el sistema de energías renovable (sistema fotovoltaico)

## **Diseño Metodológico**

El diseño metodológico será NO EXPERIMENTAL, pues no se ejercerá control sobre las variables encontradas. (Instituto de Estudios Sociales y Culturales Pensar, 2016)

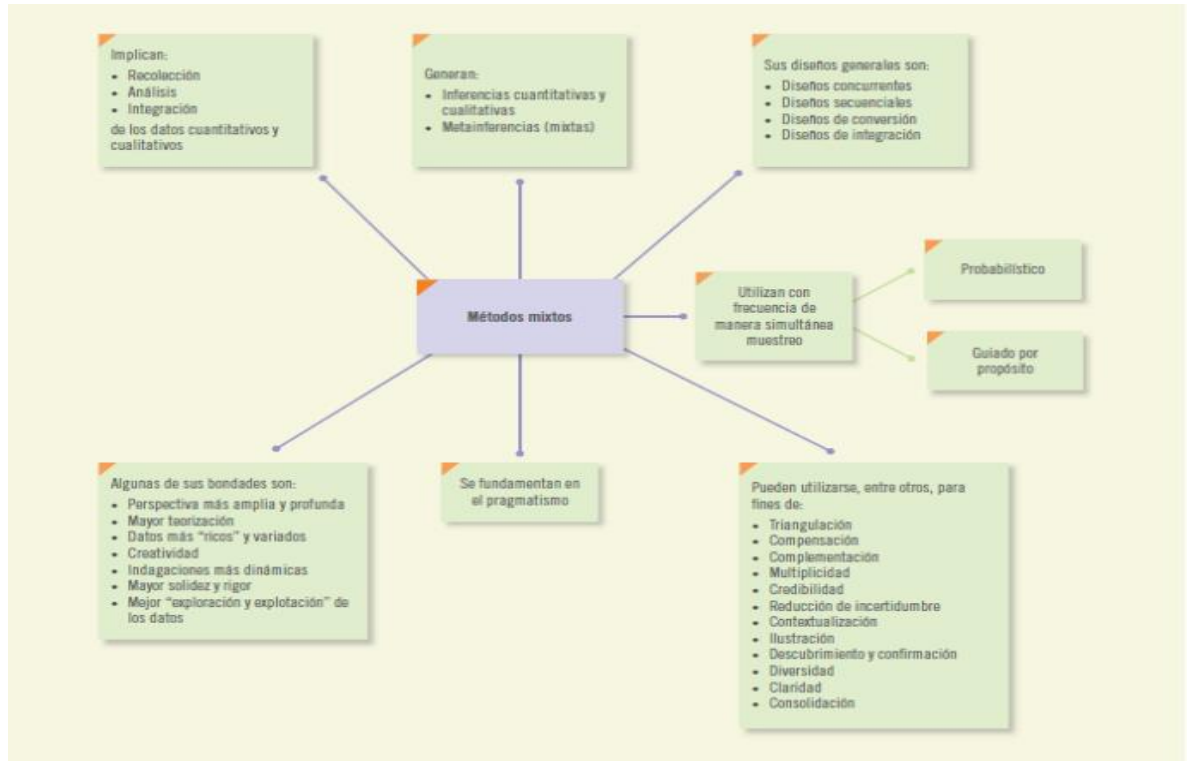
Lo que se hace en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos. En un estudio no experimental no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente. (Instituto de Estudios Sociales y Culturales Pensar, 2016)

### Componentes Del Marco Metodológico

#### ***Tipo De Investigación***

La investigación tendrá un enfoque mixto pues pretende identificar de manera cuantitativa y cualitativa la implementación de la energía fotovoltaica en el Municipio de Tame.

La investigación mixta es un nuevo enfoque e implica combinar los métodos cuantitativo y cualitativo en un mismo estudio.



*Figura 7.*

Método mixto (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2009)

Fuente: Elaboración propia a partir de la literatura consultada

La figura 7 revela los sistemas de metodología mixta aplicados a la investigación.

### ***Paradigma***

En una investigación hay varios tipos de paradigmas, estos permiten analizar el tema desde diferentes puntos de vista, con el cual podemos obtener un estudio amplio, con nuevas opciones y alcanzar los resultados deseados para nuestro proyecto.

Estos paradigmas enseñan que la disciplina y los procedimientos son básicos en el tema que estamos desarrollando, también en el paradigma de la investigación podemos establecer ciertos resultados de lo queremos obtener y nos dan lineamientos sobre el manejo de la información en una investigación minuciosa; otro se basa en actividades y

hechos reales que son percibidos por los sentidos y nos llevan a cuantificar y determinar las causas de dichas actividades, además contribuyen a analizar con profundidad y establecer conclusiones concretas de la existencia de algo.

“Los paradigmas son como realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica.” (Khun, 1975)

- i. **Paradigma Positivista:** Basado en el enfoque filosófico del positivismo, este paradigma se desarrolló para estudiar los fenómenos en el ámbito de las ciencias naturales. También recibe el nombre de hipotético-deductivo, cuantitativo, empírico-analista o racionalista, mediante la investigación positivista que se realizara sobre la favorabilidad de la energía fotovoltaica; Colombia tiene grandes potenciales como son su gran disponibilidad de recurso solar debido a la posición geográfica que posee, además del promedio diario multianual cercano a 4,5 kWh/m<sup>2</sup> que se pueden generar. Se requiere implementar energía fotovoltaica en los hogares colombianos, los datos estadísticos nos indican que las posibilidades que tiene el país son altos, de cada 10 hogares 9 de ellos estarían interesados.

Los datos estadísticos que hay a nivel mundial sobre el calentamiento global son una realidad, la contaminación ambiental cada día están aumentando, el deterioro de la calidad de vida de los seres humanos por estos factores es evidentes; por estas razones se están implementando leyes y acuerdos, con el propósito de preservar medio ambiente y reducir los niveles de contaminación en el aire.

Otra alternativa para preservar el medio ambiente es la implementación de energías limpias, aprovechando de forma eficiente los recursos naturales, mediante la implementación de energía fotovoltaica en el Municipio de Tame, en especial aquellas zonas apartadas y de difícil acceso.

- ii. **Los paradigmas conductual y contextual** están más enfocados al estudio de la conducta de los hombres, al entorno que lo rodea, donde habita y se obtiene conclusiones a través de su comportamiento.
  
- iii. **Paradigma cuantitativo**, se enfoca a realizar una investigación social equitativa, busca detallar con precisión la realidad social del proyecto que estudia, utiliza técnicas matemáticas y estadísticas para ampliar el conocimiento, establecer la trazabilidad del objeto de investigación y evitar desviaciones en el resultado que se desea obtener. Este paradigma establece lineamientos o normas generales para que el producto se realice bajo los mismos procedimientos.
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- vi. **Paradigma cualitativo**, se basa en hechos sociales, en la condición de la humanidad, en analizar aspectos de la realidad del individuo, examina el lenguaje verbal de las personas, en el comportamiento dentro de la sociedad. Este paradigma utiliza herramientas como la entrevista, discusiones temáticas, técnicas de creatividad social, esto con el propósito de comprender la estructura de la sociedad y tener una perspectiva de la comunidad o población que se está investigando.

### *Alcance De La Investigación*

- a. **Exploratoria:** Para explorar con mayor profundidad el tema dado que actualmente su implementación es muy baja. Los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan sólo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas.
- b. **Descriptiva:** Descripción de variables encontradas se tendrá en cuenta la proyección del plan de desarrollo nacional y las políticas nacionales como referencia.

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas.

- c. **Correlacional:** relación de variables encontradas.

Los estudios correlacionales tienen como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular. (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2009)

El levantamiento de la información para realizar las evaluaciones técnica, económica y social se realizará utilizando la siguiente ficha:

Tabla 6.

Ficha de evaluación

| <b>FICHA 1 EVALUACIÓN TÉCNICA, ECONOMICA Y SOCIAL DE LA VIABILIDAD EN EL USO DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN HOGARES</b> |                     |                       |                         |                    |               |                 |                       |                    |                    |
|--|---------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|---------------|-----------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| <b>UBICACIÓN</b>   | <b>DEPARTAMENTO</b> | <b>CIUDAD</b>         |                         |                    |               |                 |                       |                    |                    |
| <b>QUE PROCESOS SE ABASTECEN DE LA ENERGÍA</b>   |                     |                       |                         |                    |               |                 |                       |                    |                    |
| <b>CUANTAS PERSONAS HABITAN EN LA VIVIENDA</b>   |                     |                       | <b>INCIDENCIA SOLAR</b> |                    |               |                 |                       |                    |                    |
| <b>ELECTRODOMESTICOS</b>   |                     |                       |                         |                    |               |                 |                       |                    |                    |
| <b>TECNOLOGIA IMPLEMENTADA Y EQUIPOS INSTALADOS</b>  |                     |                       |                         |                    |               |                 |                       |                    |                    |
| <b>COSTOS DE LOS EQUIPOS, MANO DE OBRA Y LOGISTICA</b>   |                     |                       |                         |                    |               |                 |                       |                    |                    |
| <b>NOMBRE</b>  | <b>CANTIDAD</b>     | <b>COSTO UNITARIO</b> | <b>COSTO TOTAL</b>      | <b>DESCRIPCIÓN</b> | <b>NOMBRE</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>COSTO UNITARIO</b> | <b>COSTO TOTAL</b> | <b>DESCRIPCIÓN</b> |
|  |                     |                       |                         |                    |               |                 |                       |                    |                    |
|  |                     |                       |                         |                    |               |                 |                       |                    |                    |
|  |                     |                       |                         |                    |               |                 |                       |                    |                    |
| <b>COSTO TOTAL</b>   |                     |                       | <b>COSTO TOTAL</b>      |                    |               |                 |                       |                    |                    |
| <b>EFICIENCIA DE LA TECNOLOGÍA</b>   |                     |                       |                         |                    |               |                 |                       |                    |                    |
| <b>HORAS CONTINUAS QUE PROVEE ENERGÍA</b>  |                     |                       |                         |                    |               |                 |                       |                    |                    |
| <b>VIDA UTIL DE LOS EQUIPOS</b>  |                     |                       | <b>MANTENIMIENTO</b>    |                    |               |                 |                       |                    |                    |
| <b>NOMBRE</b>  | <b>CANTIDAD</b>     | <b>VIDA UTIL</b>      | <b>UNIDAD</b>           |                    |               |                 |                       |                    |                    |
|  |                     |                       |                         |                    |               |                 |                       |                    |                    |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

|                                |                 |                       |                    |
|--------------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| <b>COSTO DEL MANTENIMIENTO</b> |                 |                       |                    |
| <b>EQUIPO</b>                  | <b>CANTIDAD</b> | <b>COSTO UNITARIO</b> | <b>COSTO TOTAL</b> |
|                                |                 |                       |                    |
|                                |                 |                       |                    |
|                                |                 |                       |                    |
|                                |                 |                       |                    |

Fuente: elaboración propia

A través de la tabla 7 se relaciona evaluación técnica, económica y social de viabilidad de fotovoltaica en hogares.

Después de obtener la información, el análisis realizado corresponde a la distribución estadística de dichos datos.



## Contexto de la Empresa

### *Contexto técnico*

La energía solar fotovoltaica se muestra como una buena alternativa para suplir el aumento de la demanda energética actual, ya que se tiene una disponibilidad de recurso inagotable y a la hora de producir energía no genera grandes impactos ambientales en comparación a las fuentes convencionales que utilizan recursos fósiles. (Cepeda & Sierra, 2017)

En la actualidad, esta tecnología está bien posicionada con respecto a los demás tipos de energías renovables debido a su simplicidad para ser utilizada en puntos aislados de red, zonas rurales o de difícil acceso, requieren de un mantenimiento sencillo, modular y muy versátil, adaptable a diferentes situaciones. (Acciona, 2017). Sin embargo, existen ciertos factores que afectan la eficiencia y durabilidad de los paneles solares, algunos de ellos son:

- i. Técnicas de fabricación
- ii. Aumento de la temperatura del panel
- iii. Efectos de reflexión y suciedad y el ángulo de inclinación
- iv. La temperatura del ambiente (variaciones climáticas),
- v. Inclinación de panel y sombreados son factores externos que afectan el buen funcionamiento de panel solar.

La variación de la radiación es efecto más notorio para reducir la producción de energía de un panel. Esto se debe que al variar la intensidad de radiación el panel también va a variar su punto máximo de potencia, así el panel no va a entregar su máxima potencia y presentara una baja eficiencia. (Cepeda & Sierra, 2017)

### *Contexto ambiental*

Si bien es cierto que la energía solar –como la eólica- es intermitente, esto es, directamente dependiente de la meteorología o de los ciclos día-noche, el rápido avance experimentado por las tecnologías de almacenamiento eléctrico va a minimizar cada vez más esta circunstancia e incrementar la participación de este tipo de energías en el sistema energético.

La energía solar goza de numerosos beneficios que la sitúan como una de las más prometedoras. Renovable, no contaminante y disponible en todo el planeta, contribuye al desarrollo sostenible y a la generación de empleo en las zonas en que se implanta, por lo tanto, los beneficios del uso de este tipo de energía son. (Acciona, Acciona, 2019):

- i. Renovable
- ii. Inagotable
- iii. No contaminante
- iv. Evita el calentamiento global
- v. Reduce el uso de combustibles fósiles
- vi. Reduce las importaciones energéticas
- vii. Genera riqueza y empleo local
- viii. Contribuye al desarrollo sostenible

- ix. Es modular y muy versátil, adaptable a diferentes situaciones
- x. Permite aplicaciones para generación eléctrica a gran escala y también para pequeños núcleos aislados de la red.

### *Contexto social*

En el estudio "La gestión para cadena de suministro de sistemas de energía solar fotovoltaica en Colombia y su situación actual (2018)" se afirma que Colombia cuenta con una irradiación que supera el promedio mundial, lo que favorece positivamente el potencial del país en energía solar fotovoltaica. Esta irradiación, presenta mayor concentración en las regiones de la costa Atlántica y Pacífica, la Orinoquía y la Región Central. El promedio es de 4.5 kWh/m<sup>2</sup>/d, que supera el promedio mundial de 3,9 kWh/m<sup>2</sup>/d, estando por encima de Alemania (3,0 kWh/m<sup>2</sup>/d), país que hace mayor uso de la energía solar fotovoltaica a nivel mundial. (FISE, 2019)

En el caso específico se observa cómo la región pacífica, amazónica y el departamento de Nariño tienen promedios de insolación aceptables para la generación energética, la cual puede ser aprovechada por este tipo de tecnologías. (Gomez, 2018)

## **Población Objetivo y muestra**

El tipo de estudio es cuantitativo.

**Homogeneidad:** Hogares en la población rural del Municipio de Tame, donde no llega energía eléctrica convencional en zona Rural.

**Tiempo:** el estudio es en personas de diferentes generaciones.

**Espacio:** población Rural del Municipio de Tame, Arauca.

**Cantidad:** 5437 personas.

**Probabilístico:** Aleatorio Simple.

**Muestra:** La encuesta.

**Instrumentos de Medida:** Encuesta

Encuesta: Zona rural de la población del Municipio de Tame.

**Equipos:** Recurso humano y Recurso Sistemático

### **Instrumentos, materiales y equipos**

#### *Listado De Recursos.*

Para el levantamiento de los datos a continuación se mencionan los recursos utilizados:




- i. Ficha de evaluación
- ii. Personal para ayudar al diligenciamiento de la ficha
- iii. Papelería
- iv. Software estadístico para análisis de datos.

Los sistemas fotovoltaicos requieren los siguientes equipos para su conexión y funcionamiento **Fuente especificada no válida.:**

## i. Paneles solares.

Tabla 7

*Tipología de paneles*

| Células   | Silicio        | Rendimiento<br>o<br>laboratorio | Rendimiento<br>o Directo | Características  | Fabricación   |
|---|----------------|---------------------------------|--------------------------|--|---|
|    | Monocrystalino | 24%                             | 15-18%                   | Son típicos los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre si (Czocharlski) | Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro.   |
|   | Policristalino | 19-20%                          | 12-14%                   | La Superficie esta estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules                     | Igual que el monocrystalino, pero se disminuye el número de fases de cristalización                   |
|  | Amorfo         | 16%                             | < 10%                    | Tienen un color homogéneo (marrón) pero no existe conexión visible entre las celdas                | Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico |

Fuente: Componentes de una instalación solar fotovoltaica.

A través de la tabla 8 se relacionan diferentes tipologías de paneles solares.

## ii. Controladores o reguladores.

Tabla 8

*Tipología de reguladores*

| Tipo de Regulador                           |   |
|---|---|
| Según tecnología del interruptor            | i. Relé electromecánico<br>ii. Estado sólido (MOSFET, IGBT..)   |
| Según Estrategia de desconexión del consumo | i. Por Tensión<br>ii. Por Algoritmos de Cálculo del Estado de Carga<br>iii. Por otros algoritmos de Gestión de la energía |
| Según posición del interruptor              | i. Serie.<br>ii. Paralelo   |

Fuente: extraído del documento Componentes de una instalación solar fotovoltaica.

A través de la tabla 9 se relacionan diferentes tipologías de reguladores.

## iii. Baterías

Tabla 9  
*Tipos de Baterías*

| Tipo de batería                 | Tensión por vaso (V) | Tiempo de Recarga | Auto descarga por mes | Nº de Ciclos | Capacidad (por Tamaño) | Precio |
|---------------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|--------------|------------------------|--------|
| Plomo - ácido                   | 2                    | 8-16 horas        | < 5%                  | Medio        | 30-50 Wh/kg            | Bajo   |
| Ni-Cd (níquel – cadmio)         | 1,2                  | 1 hora            | 20%                   | Elevado      | 50-80 Wh/kg            | Medio  |
| Ni -Mh (níquel – metal hydride) | 1,2                  | 2-4 horas         | 20%                   | Medio        | 60-120 Wh/kg           | Medio  |
| Li ion (ion litio)              | 3,6                  | 2-4 horas         | 6%                    | Medio-Bajo   | 110-160 Wh/Kg          | Alto   |

Fuente: Componentes de una instalación solar fotovoltaica

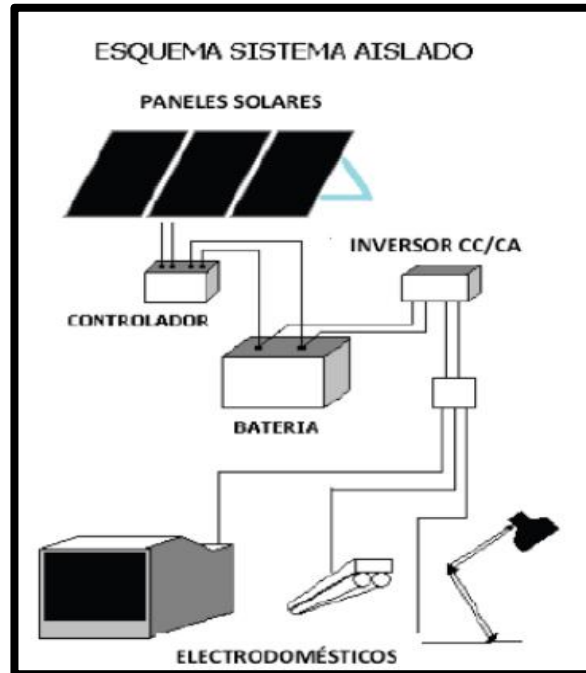
A través de la Tabla 10 se revelan diferentes tipos de batería útiles en sistemas fotovoltaicos

## i. Inversor CC/CA

Las características deseables para un inversor son:

- i. Alta eficiencia
- ii. Bajo consumo en vacío
- iii. Alta fiabilidad
- iv. Protección contra cortocircuitos
- v. Seguridad

- vi. Buena regulación de la tensión y frecuencia de salida String



*Figura 8.*

#### Esquema de sistema aislado

La figura 8 revela un esquema de sistema fotovoltaico aislado aplicado a hogares y usos domésticos

- i. Cableado entre paneles, cargador e inversor.
- ii. Soporte para la fijación del panel.
- iii. Base para la batería.
- iv. Cofre y/o accesorios de fijación para controlador e inversor.
- v. Protecciones contra descargas atmosféricas, sobrecarga y cortocircuito.

En los sistemas fotovoltaicos como solución individual para un hogar rural, la cantidad de paneles va en relación a la radiación de la localidad y la cantidad de baterías



del banco va de acuerdo al consumo promedio del hogar, esto depende de la cantidad de electrodomésticos que se usen en el hogar

El estudio se puede determinar por medio de equipo encuestador usando análisis de resultados sistemáticos.

Preparación del estudio (Se parte de modelo de encuesta) y análisis de resultados.

**Encuesta Poblacional (Sistemas de Energía Renovable)**

### **Desarrollo del trabajo**

#### ***Definir el proceso de acuerdo con el ciclo de vida.***

Para definir el proceso se tendrá en cuenta los lineamientos del PMBOK® en los grupos de procesos del alcance de este trabajo, así como los factores ambientales de la organización, en base al alcance preliminar. Es importante mencionar que el alcance del presente trabajo no comprende el grupo de procesos de ejecución.

#### ***Definir el proceso.***

En la tabla No. 5 se enuncian los cinco grupos de procesos en relación a las áreas de conocimiento los cuales comprenden: grupo de procesos de inicio, grupo procesos de planificación, grupo de procesos de ejecución (fuera del alcance del presente documento), grupo procesos monitoreo y control y el grupo de proceso de cierre, Así mismo se enuncian los procesos propuestos

Tabla 10

*Procesos y monitoreo*

| <b>Procesos</b> | <b>Inicio</b>                 | <b>Planificación</b>   | <b>Monitoreo y control</b>                         | <b>Cierre</b>              |
|-----------------|-------------------------------|--|--|----------------------------|
| Alcance         |                               | Definir el alcance del producto y proyecto.<br>Crear EDT/WSB   | Controlar el alcance del proyecto                  |                            |
| Tiempo          |                               | Elaborar el cronograma   | Controlar el cronograma del proyecto               |                            |
| Costos          |                               | Elaborar el presupuesto del proyecto   | Controlar los costos del proyecto                  |                            |
| Calidad         |                               | Planificar la gestión de calidad   | Controlar la calidad del proyecto                  |                            |
| Comunicaciones  |                               | Planificar la gestión de comunicaciones  | Controlar las comunicaciones del proyecto          |                            |
| Riesgo          |                               | Identificar los riesgos.<br>Cuantificar los riesgos.<br>Valorizar los riesgos.<br>Planificar plan de respuesta de riesgos. | Evitar, atraer o mitigar los riesgos identificados |                            |
| Adquisiciones   |                               | Planificar las adquisiciones.<br>Planificar la selección de proveedores.   | Controlar las adquisiciones del proyecto           |                            |
| Interesados     | Identificar a los interesados | Planificar la gestión de los interesados del proyecto  | Monitorear el registro de interesados              |                            |
| Integración     | Acta de constitución          | Plan para la dirección del proyecto  | Monitorear el control de cambios del proyecto      | Cierre formal del proyecto |

*Fuente: Elaboración propia a partir de la literatura consultada*

*A través de la tabla 11 se relación los procesos y monitoreo aplicable con lineamientos*

*del PMBOK®*

**Matriz DOFA**

Tabla 11

**Matriz DOFA**

| <b>FORTALEZAS</b>    |   | <b>DEBILIDADES</b> |   |
|----------------------|---|--------------------|---|
| <b>i.</b>            | Compromisos y Cumplimiento por parte del gobierno y servidores públicos.          | <b>i.</b>          | No contar con el recurso para ejecución de proyecto   |
| <b>ii.</b>           | Recurso económico para la ejecución e implementación de Energías renovables       | <b>ii.</b>         | No socializar las ventajas y desventajas del uso de este sistema de Energía.                    |
|                      |   | <b>iii.</b>        | Falta compromiso de los funcionarios públicos para ejecución del proyecto                       |
| <b>OPORTUNIDADES</b> |   | <b>AMENAZAS</b>    |   |
| <b>i.</b>            | Facilitar el acceso de sistemas de Energía Renovable en zona rural del municipio. | <b>i.</b>          | Intervención de grupos fuera del margen de ley para el uso de tecnología o sistemas de energía. |
| <b>ii.</b>           | Tener plan estratégico para cumplir con el desarrollo del proyecto                | <b>ii.</b>         | Falta de recurso para acceder a este proyecto de recursos propios                               |
| <b>iii.</b>          | Capacitar a la población del sistema de Energía, como funciona y beneficios.      | <b>iii.</b>        | Incumplimiento por parte de entes gubernamentales para ejecución del proyecto                   |

*Fuente: Elaboración propia a partir de literatura consultada*

*A través de la tabla 12 se definen los lineamientos en los que está basada la investigación de viabilidad en sistemas de energía fotovoltaica.*

**Análisis de Resultados**

Población estudiada por medio de encuesta en zona rural del municipio de Tame.

***Objetivo 1: Evidenciar el bajo nivel de cobertura eléctrica que se presenta en diferentes zonas del Municipio de Tame.***

1. ¿Usa usted energía eléctrica o energía solar en la zona Rural del Municipio de Tame?

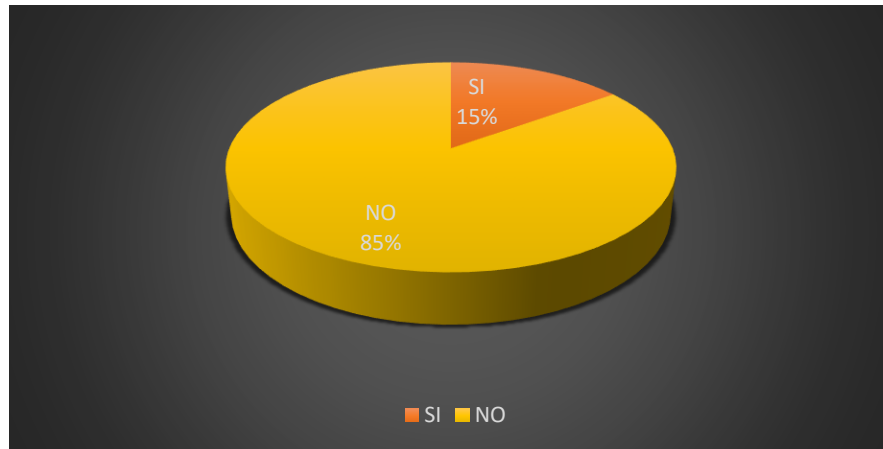


Figura 9

Grafica 1. Resultado de pregunta 1.

Fuente Propia

La figura 9 revela un estudio basado en encuesta realizada en área rural a una muestra de 100 personas, si usa o no energía.

2. ¿Ha escuchado hablar o tiene alguna información acerca de la energía solar o paneles solares para el abastecimiento de energía eléctrica?

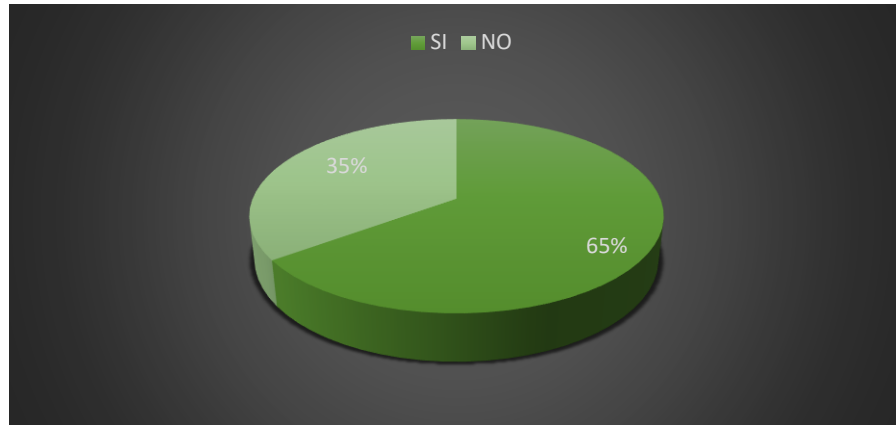


Figura 10

Grafica 2. Resultado de pregunta 2.

Fuente Propia

La figura 10 revela la perspectiva de las personas, según encuesta realizada en área rural a una muestra de 100 personas, si conoce sobre energía solar.

3. ¿Le interesaría implementar esta tecnología?

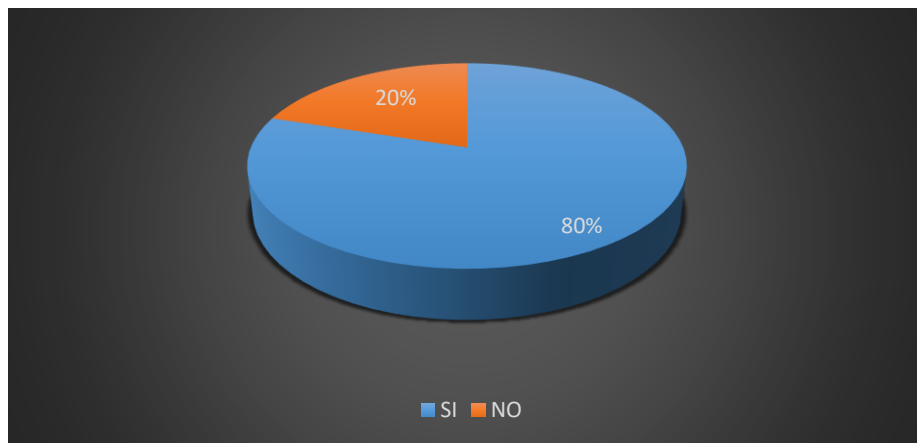


Figura 11

Grafica 3. Resultado de pregunta 3.

Fuente Propia

La figura 11 revela la perspectiva de las personas, según encuesta realizada en área rural a una muestra de 100 personas, si desean implementar este tipo de energía.

4. ¿De ejecutarse el proyecto de energía solar cual considera que es el principal beneficio para la comunidad?



Figura 12

Grafica 4. Resultado de pregunta 4.

Fuente propia

La figura 12 determina en la comunidad si es útil o benéfico el servicio de energía al ser instalada en el área rural.

**Equipos:** Recurso Humano y Recurso sistemático.

Los costos de los paneles solares, los equipos fotovoltaicos (micro inversores, inversores, baterías, controladores, cableado, estructuras, protecciones eléctricas y demás), el diseño del sistema de acuerdo con la necesidad, la instalación, la operación y el mantenimiento. Las empresas ofrecen varios tipos de paneles solares, entre los que ofrecen soluciones para las empresas, los hogares y los proyectos rurales.

El costo de una instalación solar FV, depende del tamaño de esta (en potencia, ósea del número de paneles, de la cantidad de inversores y de equipos y material necesario para

la instalación (Celsia), por lo tanto, los requerimientos mínimos de instalación:

Megavattios en corriente alterna total requerida, producción estimada de 41.667 MWh/año, área total prevista, zonas de intervención máxima para los paneles, áreas en donde ubicarán, números de módulos fotovoltaicos requeridos

***Objetivo 3 identificar la responsabilidad ambiental de la población a atender***

5. ¿Cuál es el principal problema ambiental que le afecta a usted?

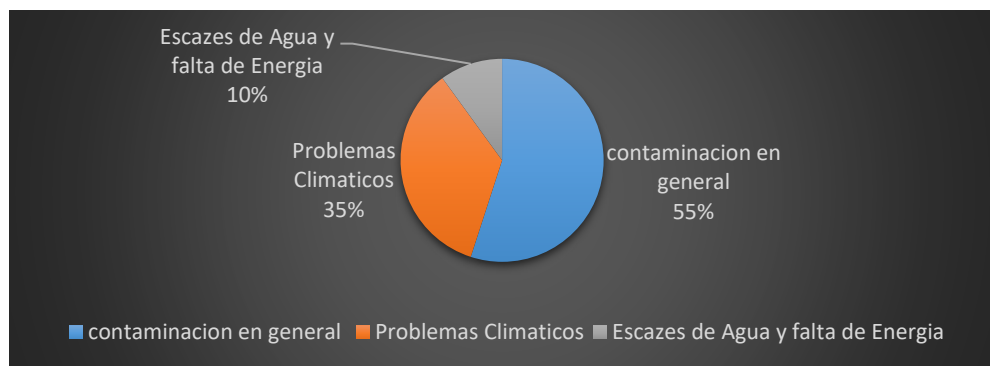


Figura 13

Grafica 5. Resultado de pregunta 5.

Fuente Propia

La figura 13 determina en la comunidad cual es el problema ambiental que afecta a la comunidad de viabilizar proyecto de energía solar.

6. ¿Yo estoy haciendo el mejor esfuerzo para cuidar el medio ambiente?

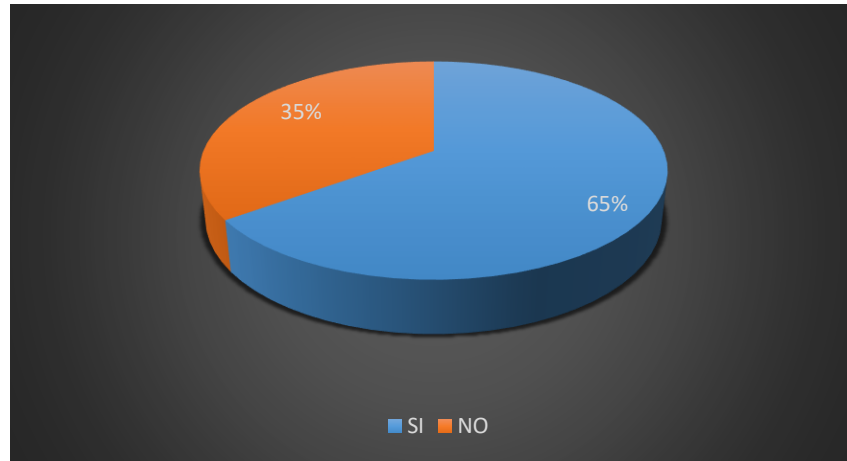


Figura 14

Grafica 6. Resultado de pregunta 6.

Fuente Propia

La figura 14 determina el compromiso de cada persona encuestada para contribuir con el medio ambiente.

7. ¿La protección del medio ambiente permite mejorar la calidad de vida de la población Tameña?

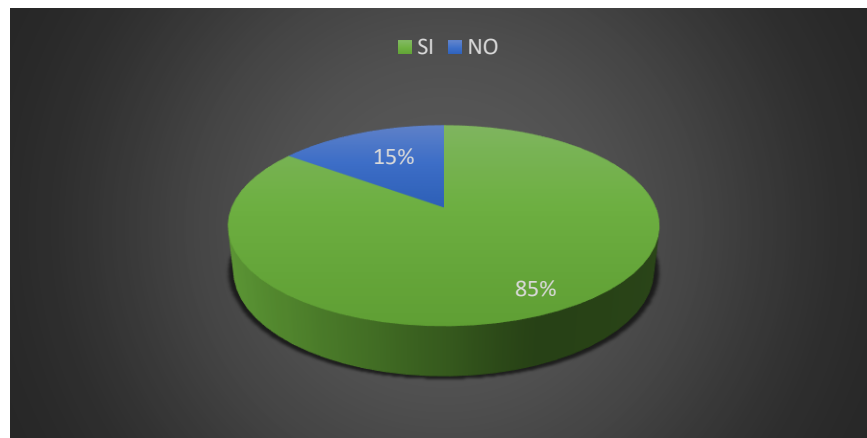


Figura 15

Grafica 7. Resultado de pregunta 7

Fuente Propia

La figura 15 revela la concientización para contribuir con el medio ambiente.



8. ¿La protección del medio ambiente estimula el crecimiento económico de la región?

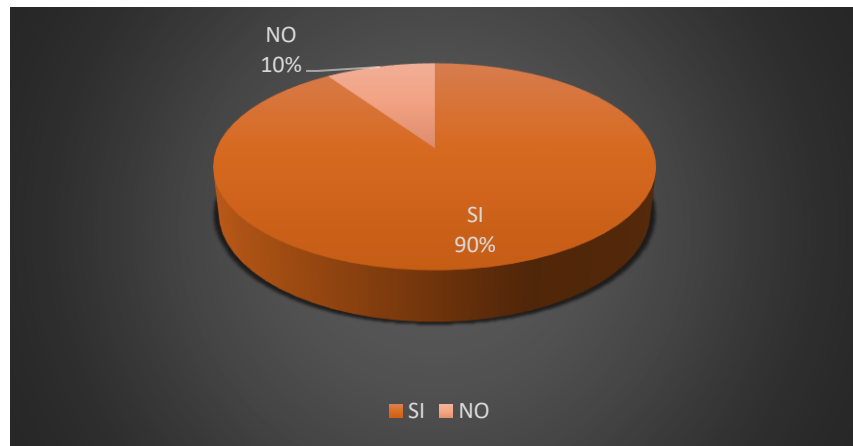


Figura 16

Grafica 8. Resultado de pregunta 8.

Fuente propia

La figura 16 revela la concepción de mejoras si se apoya a proteger el medio ambiente.

### **Resultado de la Evaluación Administrativa**

#### ***Análisis macroentorno PESTEL***

Análisis mediante la herramienta PESTEL, se evaluó el entorno actual del proyecto para la implementación de la energía fotovoltaica en el municipio de Tame, Arauca, se identificaron los competidores en la zona, y la posición que tiene frente a ellos, además de analizar la capacidad que poseen para responder de manera ágil ante los cambios.

Factores a tener en cuenta para la implementación del proyecto:

#### ***Políticos***

Se definieron las políticas internas para ejecutar el proyecto, entre las cuales se estableció el equipo de trabajo, las funciones de cada miembro, la subordinación de cada equipo, las comunicaciones que se van a utilizar, para cada reunión, para presentación de informes.

En las políticas externas se está pendiente de todas las leyes del país y de la zona, como son temas legales, tributarios, laborales, ambientales, fiscales, entre otros.

Ley 1715 de 2014, Energía solar en Colombia

Ley 1819 de 2016, Ley 1943 de 2018, Reforma tributaria

Decreto 922 de mayo de 2018 de la ley 1819 de 2016, excluidos del impuesto sobre las ventas - IVA

### ***Económicos***

Evaluaron la factibilidad y solidez del proyecto en el municipio de Tame - Arauca.

Se analizó la disponibilidad económica de la empresa para iniciar la implementación del proyecto, se realizaron proyecciones para calcular el tiempo en alcanzar el punto de equilibrio.

Se evaluaron métodos que van a utilizar para su financiación de proyecto y la posibilidad de gestionar convenios o cuentas con la gobernación, alcaldía o entidades extranjeras.

Así mismo, analizaron las tasas de interés para futuros créditos, el impacto de la nueva reforma tributaria, la tasa de cambio, el costo de vida en el municipio, tal y como se aprecia en la siguiente Tabla.

Tabla 12

### *Estimación de tiempo y costos*

| <b>ESTIMACIÓN DE COSTOS</b>   |                    |                 |
|---|--------------------|-----------------|
| Nombre de tarea   | Costo              | Duración (días) |
| Plan para evaluación de desarrollo para la implementación de la energía fotovoltaica en el municipio de Tame Arauca | <b>109.500.000</b> | 60              |
| Solicitud del patrocinador  | <b>1.800.000</b>   | 8               |

|   |                   |    |
|---|-------------------|----|
| Revisión preliminar                             | 1.500.000         | 4  |
| Aprobación del acta de constitución             | 300.000           |    |
| Aprobación de permisos                          | <b>3.300.000</b>  | 20 |
| Preparación y solicitudes a entidades           | 2.000.000         | 12 |
| Correcciones                                    | 1.300.000         |    |
| Área de trabajo                                 | <b>87.900.000</b> | 60 |
| Oficina   | 12.000.000        | 60 |
| Recurso Humano - Gerente del proyecto           | 16.500.000        | 60 |
| Recurso Humano - Asesor del proyecto            | 23.100.000        | 60 |
| Recurso Humano - Técnicos (4)                   | 26.400.000        | 60 |
| Recurso Humano - Asesor profesional técnico (1) | 9.900.000         | 60 |
| Trabajo de campo                                |                   |    |
| Costos operativos                               | <b>16.500.000</b> | 30 |
| Ficha de evaluación                             | 3.000.000         | 15 |
| Papelería                                       | 2.000.000         | 30 |
| Evaluación de datos y resultados                | 3.000.000         | 24 |
| Transporte aéreo                                | 6.000.000         | 20 |
| Licencia de software                            | 2.500.000         | 30 |

Fuente: Elaboración propia.

A través de la tabla 13 se relaciona la estimación los tiempos y costos para el proyecto.

### *Sociológicos*

El municipio de Tame está ubicado en el sur occidente del departamento de Arauca, con una superficie de 6457 km<sup>2</sup>, en el área rural es donde se encuentra la mayor parte de su población.

El estilo de vida de la población es principalmente por familias que se dedican a la ganadería y la agricultura, estos son los principales renglones de su economía y porcentaje pequeño a la minería.

Nivel educativo, el nivel educativo es bajo, la población adulta tiene niveles primarios de educación, los jóvenes tienen acceso a educación secundaria y el nivel superior es muy mínimo debido a que el municipio no cuenta con este sistema educativo y los jóvenes se debe desplazar a otras zonas del país para acceder a esta educación

Tiene medios de comunicación como internet, teléfono en el área urbana, en la zona rural estos canales son insipientes y en muchos casos, no tiene acceso.

Es una población que aún no es consciente de la problemática ambiental y el calentamiento global que está experimentando el planeta, se están realizando campañas para capacitar a la población, se están enseñando sobre el reciclaje de residuos la utilización de los recursos naturales, la conservación de los bosques, la protección de fauna y flora y con el proyecto se empieza a implementar diferentes estrategias para que la población adopte medidas de conservación por el medio ambiente.

### ***Tecnológico***

La energía fotovoltaica es una tecnología que se está implementando en el país es totalmente confiable para uso en residencias o nivel industrial, para el proyecto estaremos atentos a los avances que se tenga en cuanto a materiales e insumos para la elaboración de las celdas y paneles, también a los nuevos desarrollos que se den en temas de aprovechamiento de energía solar, y de esta manera serán implementados en el proyecto.

### ***Ecológico***

El proyecto está diseñado para disminuir la contaminación del medio ambiente, son energías amigables y evitará el calentamiento global. También se enseña a la población sobre la importancia de cuidar el planeta implementando el reciclaje de residuos en cada hogar y haciendo buen uso de la energía.

### ***Legal***

Se aplicará la reglamentación de energías renovables que hay en el país, Ley 1715 de 2014, también estaremos atentos a cada disposición legal que se implemente en nuestro país y que tenga relación con nuestro proyecto.

### **Análisis microentorno Cinco Fuerzas de Porter**

#### ***Poder de negociación de los clientes***

Los clientes para el proyecto son las familias de la zona urbana, rural y las industrias, a los cuales se les instalará un producto de calidad y con servicio técnico.

***Poder de negociación con los proveedores***

Se identificaron los proveedores que suministran los materiales que se requiere para la elaboración de los paneles, se debe determinar el origen de los productos, son nacionales o extranjeros, se establecerán negociaciones con el proveedor mediante contratos o convenios para fijación de precios y garantizar la calidad de los insumos.

***Amenazas de nuevos competidores***

La empresa estará indagando sobre el ingreso de nuevas industrias con productos similares o con las mismas características económicas y que estén generando amenazas al negocio. Aunque por la ubicación geográfica donde se implementará el proyecto es difícil que ingresen nuevos competidores.

***Amenazas de productos sustitutos***

Se ofrecerá un producto de calidad, con servicio de soporte técnico, con la opción de generar ingresos por venta de la energía sobrante, esto generará confianza al usuario y garantizará su fidelidad.

***Rivalidad entre competidores***

Para la implementación del proyecto de energía fotovoltaica se estará indagando sobre nuevas empresas que tengan negocios similares. La industria potencial en el momento es el que presta un servicio de energía convencional y su producto es diferente y más costoso al que se proyecta implementar.

### *Análisis interno de la empresa por la Cadena de Valor*

La empresa elabora su estructura organizacional en el cual determina cuales son las actividades primarias como: producción y servicio técnico, comercial marketing, tecnología, logística interna y externa. Para las actividades de apoyo está conformado por las áreas de: infraestructura de la empresa, talento humano, área de finanzas y adquisiciones.

Mediante la estructura organizacional también se definen los roles de cada uno de sus líderes, el personal a cargo y las funciones a desempeñar.

### *Estructura Organizacional*

El proyecto se estructura, con el siguiente grupo profesional responsable hasta su etapa de inicio (figura 22).

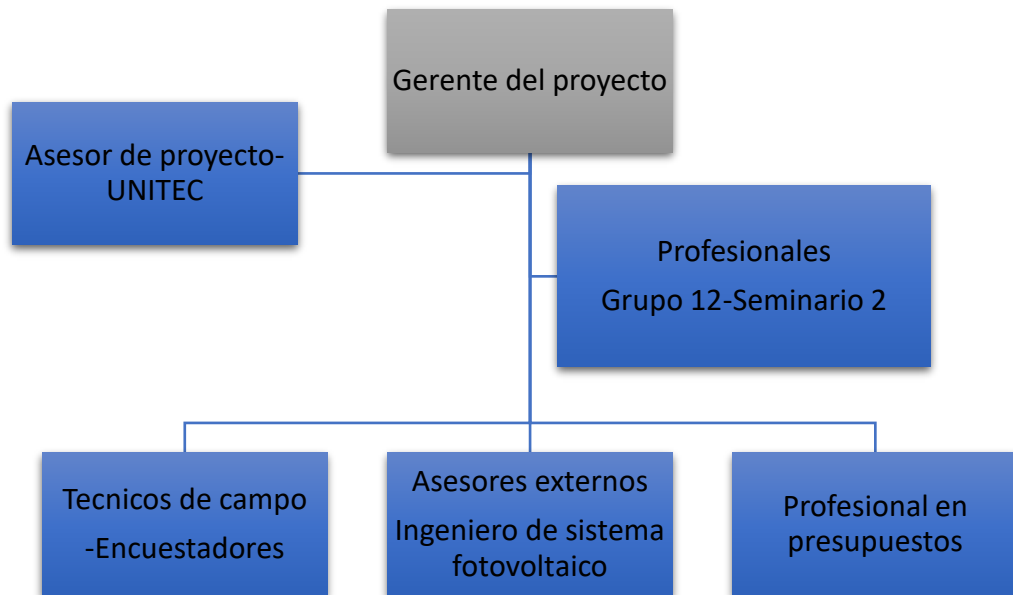


Figura 17

Organigrama.

Fuente propia a partir de la literatura consultada.

La figura 17 revela la estructura Organizacional del grupo responsable de la Investigación a viabilizar

***Estructura legal (Roles y Responsabilidades).***

A continuación, se describen los roles y responsabilidades de los participantes y grupo de trabajo que conformaran el proyecto “**Evaluación de Desarrollo para la implementación de la energía fotovoltaica en el municipio de Tame – Arauca**”.

**Gerente del proyecto** Será el responsable de presentar la estructuración del proyecto

Tabla 13.

*Perfil de cargo, Gerente de proyecto*

| <b>PERFIL DE CARGO SEM-01</b>  |   |
|--|---|
| <b>CARGO:</b>  | GERENTE DE PROYECTO   |
| <b>CARGO DEL JEFE INMEDIATO:</b>   | GRUPO 12  |
| <b>A. MISIÓN</b>   |   |
| Ejercer las actividades encaminadas para liderar al equipo que es responsable del proyecto y aquellas para alcanzar los objetivos del mismo. |   |
| <b>B. FUNCIONES</b>  |   |
| i.   | • Desarrollar el diseño del proyecto y garantizar la asignación de recursos necesarios para su ejecución                            |
| ii.  | * Desplazarse a los entes territoriales para conocer las condiciones de los predios donde se ejecutará el proyecto                  |
| iii.   | * Velar por el cumplimiento de las obligaciones establecidas en los contratos que se suscriban, para la estructuración del proyecto |
| iv.  | * Firmar los documentos y actas de Revisión del proyecto y las actas de gestión y validación  |
| v.   | * Consolidar de todos los documentos necesarios para la presentación del proyecto   |



- vi. • Dirigir y analizar, los resultados de ella encuesta aplicada, como instrumento de diagnóstico para el Desarrollo para la implementación de la energía fotovoltaica en el municipio de Tame – Arauca”.
- vii. \* Coordinar los diferentes especialistas y Asesores que se requieran en el proyecto
- viii. \* Revisión y aprobación del presupuesto
- ix. \*Elaboración de todos los documentos necesarios para la presentación de proyecto ante el cliente

**B.2 GENÉRICAS**

•Velar porque el proyecto cumpla con las regulaciones y la normatividad eléctrica vigente, una vez se inicie su ejecución

**C. RESPONSABILIDADES****C.1 EQUIPOS,  
HARDWARE Y  
SOFTWARE**

• Computador asignado. Software de ofimática.

**C.3 DOCUMENTACIÓN**

**Internos:** Manual de calidad y reglamentos internos.

**Externos:** Información del proyecto

**D. CAPACIDAD DE TOMA DE DECISIONES**

**D.1 AUTÓNOMAS:** Planeación de las actividades a cargo.

**D.2 CONSULTADAS:** Los lineamientos a implementar en el desarrollo de los proyectos deben ser consultadas con el Asesor de la Unitec

**E. COMUNICACIONES**

**E.1. INTERNAS:** Con todo el personal de proyecto

**E.2. EXTERNAS:** Eventualmente con personal relacionado con el proyecto.

**F. COMPETENCIA**

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>F.1 EDUCACIÓN</b>                 | Ingeniero Eléctrico o Civil- Con experiencia en Gerencia de proyectos  |
| <b>F.2 FORMACIÓN</b>                 | Profesional  |
| <b>F.3 EXPERIENCIA</b>               | 1 año de experiencia en diseño de proyectos  |
| <b>F.4 HABILIDADES<br/>GENERALES</b> | Disciplina, Iniciativa, Creatividad e innovación, Trabajo en equipo, Manejo de la Información, Orientación de los resultados, Comunicación, Servicio al Cliente, Compromiso. |

Fuente: Elaboración propia

A través de la tabla 1 se revela el cargo del gerente de proyectos y sus responsabilidades dentro del proyecto.

*Asesor externo.* Será el responsable de revisar el cumplimiento de toda la normatividad vigente en la aplicación de sistemas fotovoltaicos, así como el enlace entre los organismos locales para capacitar e instruir a los clientes interesados en el desarrollo e implementación del proyecto.

Tabla 14

*Perfil Cargo Asesor Externo*

**PERFIL DE CARGO SEM-I**

|                                  |                               |
|----------------------------------|-------------------------------|
| <b>CARGO:</b>                    | ASESOR EXTERNO                |
| <b>CARGO DEL JEFE INMEDIATO:</b> | GERENTE DEL PROYECTO-GRUPO 12 |

**A. MISIÓN**

Encargado de Asesorar el componente regulador y normativo del proyecto, y el Asesor técnico en la construcción de un sistema fotovoltaico

**B. FUNCIONES**

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>B.1 PERIÓDICAS</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Asesorar periódicamente el componente técnico necesario para el desarrollo de LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL MUNICIPIO DE TAME - ARAUCA</li> <li>ii. Asesorar los costos de un sistema fotovoltaico</li> <li>iii. Revisar condiciones técnicas para a implementación del proyecto</li> </ul> |
| <b>B.2 GENÉRICAS</b>  | Asesorar lo técnico  |

**C. RESPONSABILIDADES**

|   |   |
|---|---|
| <b>C.1 EQUIPOS, HARDWARE Y SOFTWARE</b> | i. Computador asignado. Software  |
| <b>C.2 PROCESAMIENTO DE INFORMES</b>    | ii. Revisar la estructuración técnica del proyecto  |
| <b>C.3 DOCUMENTACIÓN</b>                | <p><b>Internos:</b> Documento del proyecto</p> <p><b>Externos:</b> Normatividad local de Tame- Regulación energética y requisitos para permisos</p> |

**D. CAPACIDAD DE TOMA DE DECISIONES**

**D.1 AUTÓNOMAS:** NA

**D.2 CONSULTADAS:** NA**E. COMUNICACIONES****E.1. INTERNAS:** Con todo el personal.**E.2. EXTERNAS:** Eventualmente con personal Técnico de empresas operadoras y locales de Tame**F. COMPETENCIA****F.1 EDUCACIÓN** NA**F.2 FORMACIÓN** NA**F.3 EXPERIENCIA** NA**F.4 HABILIDADES  
GENERALES** NA

Fuente: Elaboración propia

A través de la tabla 15 se revela el cargo del Asesor externo y sus responsabilidades dentro del proyecto.

**Asesor de Proyecto.** Es el Docente delegado por la UNITEC, encargado de revisar, corregir y validar, la estructuración y presentación del proyecto.

Tabla 15

*Perfil de cargo, asesor de proyecto***PERFIL DE CARGO SEM-I****CARGO:**

ASESOR DEL PROYECTO-UNITEC

**CARGO DEL JEFE INMEDIATO:**

DIRECTOR DE POSGRADO- MODALIDAD VIRTUAL

**A. MISIÓN**

Encargado de revisar, corregir y validar, la estructuración y presentación del proyecto.

**B. FUNCIONES**

|                       |      |  |
|-----------------------|------|--|
|                       | i.   | Revisión de los entregables del proyecto   |
|                       | ii.  | Asesorar la estructuración y presentación del proyecto   |
|                       | iii. | Calificar el proyecto  |
| <b>B.1 PERIÓDICAS</b> | iv.  | Definir la viabilidad del proyecto para su implementación  |
|                       | v.   | Calificar la Sustentación del proyecto para la aprobación definitiva   |
|                       | vi.  |  |
| <b>B.2 GENÉRICAS</b>  | vii. | Velar Y garantizar porque el proyecto cumpla todos los requisitos de los términos y lineamientos del PMI y los requisitos para su implementación |

**C. RESPONSABILIDADES**

|   |     |   |
|---|-----|---|
| <b>C.1 EQUIPOS, HARDWARE Y SOFTWARE</b> | i.  | Computador asignado. Plataforma UNITEC VIRTUAL  |
| <b>C.2 PROCESAMIENTO DE INFORMES</b>    | ii. | Revisar y evaluar la estructuración de los proyectos modalidad virtual: "Gerencia de proyectos" |
| <b>C.3 DOCUMENTACIÓN</b>                |     | <b>Internos:</b> Reglamento interno de la Unitec<br><b>Externos:</b> Referencias bibliográficas |

**D. CAPACIDAD DE TOMA DE DECISIONES**

**D.1 AUTÓNOMAS:** Planeación de las actividades a cargo.

**D.2 CONSULTADAS:** Los lineamientos a implementar en el desarrollo de los proyectos deben ser consultadas con el director de la modalidad Virtual-Unitec

**E. COMUNICACIONES**

**E.1. INTERNAS:** Con todo el personal.

**E.2. EXTERNAS:** Eventualmente con personal relacionado con el proyecto.

**F. COMPETENCIA**

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| <b>F.1 EDUCACIÓN</b>             | NA |
| <b>F.2 FORMACIÓN</b>             | NA |
| <b>F.3 EXPERIENCIA</b>           | NA |
| <b>F.4 HABILIDADES GENERALES</b> | NA |

---

Fuente: Elaboración propia

A través de la tabla 16 se revela el cargo del Asesor del Proyecto - Unitec y sus responsabilidades dentro del proyecto.

**Técnicos.** Será el responsable de aplicar la encuesta en los hogares definidos dentro del área local en Tame y el responsable de consolidar los resultados de la misma.

Tabla 16 *Perfil Cargo Técnico*

| <b>PERFIL DE CARGO SEM-01</b>  |   |
|--|---|
| <b>CARGO:</b>  | TECNICOS ENCUESTADORES  |
| <b>CARGO DEL JEFE INMEDIATO:</b>   | PROFESIONALES -GRUPO 12   |
| <b>A. MISIÓN</b>   |   |
| Ejercer las actividades encaminadas para aplicar las encuestas programadas, en los hogares definidos para el proyecto. |   |
| <b>B. FUNCIONES</b>  |   |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Aplicar y diligenciar las encuestas requeridas en el proyecto</li> <li>ii. Desplazarse a los Hogares dentro del área definida en Tame</li> <li>iii. Velar por correcta aplicación de la encuesta</li> <li>iv. Firmar los documentos de encuestas diligenciados</li> <li>v. Consolidar los resultados</li> <li>vi. Comunicar al Grupo 12, cualquier hecho por fuera de la aplicación de la encuesta</li> </ul> |
| <b>B.2 GENÉRICAS</b>   | vii. Conocer el modelo de encuesta y aplicarla correctamente  |
| <b>C. RESPONSABILIDADES</b>  |   |
| <b>C.1 EQUIPOS, HARDWARE Y SOFTWARE</b>  | NA  |
| <b>C.3 DOCUMENTACIÓN</b>   | <b>Internos:</b> Encuesta   |

**Externos: Plano de Tame-****D. CAPACIDAD DE TOMA DE DECISIONES**

**D.1 AUTÓNOMAS:** Asociadas a las actividades del cargo.

**D.2 CONSULTADAS:** Técnicas de sistemas fotovoltaicos

**E. COMUNICACIONES**

**E.1. INTERNAS:** Con todo el personal de proyecto

**E.2. EXTERNAS:** Eventualmente con personal relacionado con el proyecto.

**F. COMPETENCIA**

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| <b>F.1 EDUCACIÓN</b>             | Técnico profesional   |
| <b>F.2 FORMACIÓN</b>             | Tecnólogo en obras Civiles- Técnico en Administración   |
| <b>F.3 EXPERIENCIA</b>           | 1 año de experiencia  |
| <b>F.4 HABILIDADES GENERALES</b> | Disciplina, Manejo de la Información, Orientación de los resultados, Comunicación, Servicio al Cliente, Compromiso. |

Fuente: Elaboración propia

A través de la tabla 17 se revela el cargo de Técnicos Encuestadores y sus responsabilidades dentro del proyecto.

***Resultados Evaluación Técnica.***

- i. Identificación del consumo de energía actual.

RTA. Se estableció un promedio de 104 kW como consumo de una familia de seis personas con un televisor, nevera y cinco bombillos. Este promedio se estableció a partir de un sondeo realizado con 100 familias en 10 veredas que contaban con suministro eléctrico.

Valor kwh promedio: estrato 1 =250,36; estrato 2 =312,9

De acuerdo a las tarifas actuales una familia promedio paga por consumo de energía un promedio de treinta mil pesos mensuales (\$30.000)

ii. Validación de la ubicación.

RTA. Se identificaron 151 Veredas de la zona Rural del municipio de Tame, Arauca con una población Total de 5437.

De estas familias se identificaron potenciales núcleos, determinados por el número de habitantes en cada uno así:

**Potenciales Instalación de Conexión a Red**

Tabla 17

*Veredas potenciales para Instalación conexión a red*

| <b>VEREDAS</b> | <b>POBLACIÓN</b> | <b>FAMILIAS</b> |
|----------------|------------------|-----------------|
| COROCITO       | 130              | 20              |
| CRAVO CHARO    | 113              | 18              |
| LA HERMOSA     | 111              | 18              |
| MALVINAS       | 83               | 14              |
| BAJO CUSAY I   | 126              | 21              |
| BAJO CUSAY II  | 141              | 23              |
|                |                  | <b>114</b>      |

Fuente: Elaboración propia a partir de literatura consultada

A través de la tabla 18 se revela población de área rural que puede ser beneficiada del proyecto de energía solar.

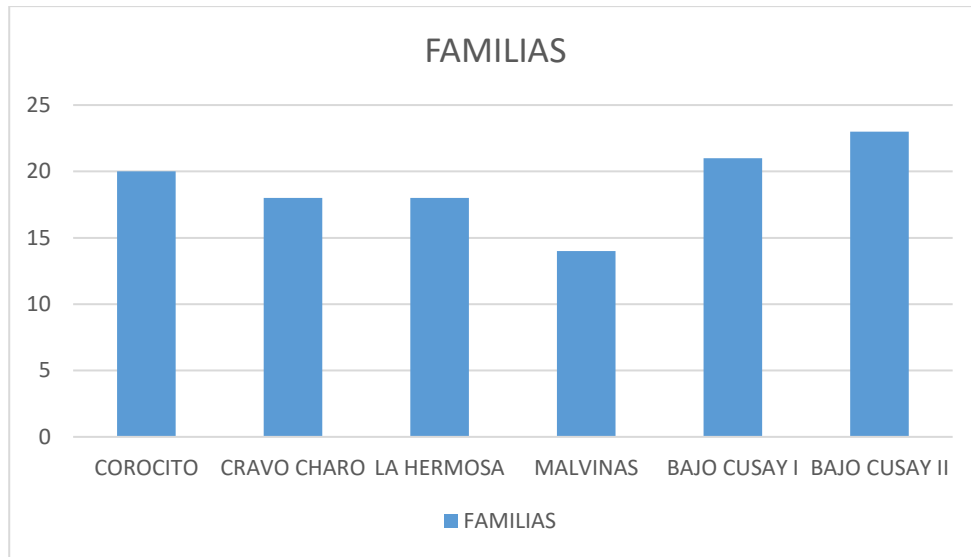


Figura 18

Conexión por Red.

Fuente propia a partir de literatura consultada.

La figura 18 revela cifra de personas a beneficiarse del proyecto a viabilizar.

**Potenciales Instalación aislada**

Tabla 18

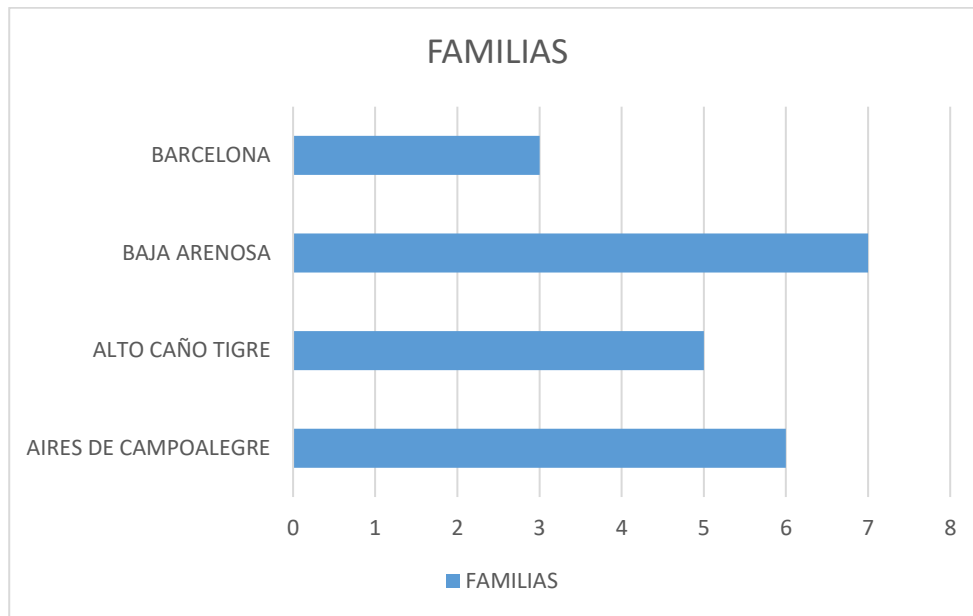
*Veredas potenciales instalación aislada*

| <b>VEREDAS</b>       | <b>POBLACIÓN</b> | <b>FAMILIAS</b> |
|----------------------|------------------|-----------------|
| AIRES DE CAMPOALEGRE | 30               | 6               |
| ALTO CAÑO TIGRE      | 20               | 5               |
| BAJA ARENOSA         | 25               | 7               |
| BARCELONA            | 15               | 3               |
|                      |                  | <b>21</b>       |

Fuente: Elaboración propia a partir de literatura consultada

A través de la tabla 19 se revela veredas potenciales que puede ser beneficiada del proyecto de energía solar.





*Figura 19*

Conexión Aislada.

Fuente propia a partir de literatura consultada.

La figura 19 revela cifra de personas a beneficiarse del proyecto a viabilizar.

iii. Seleccionar el tipo de instalación.

**Instalación de conexión a red**, se implementará este tipo de conexión para las familias que tienen suministro energético por la compañía eléctrica, pero se desean reducir el consumo y la factura de la compañía eléctrica, para sustituirlo por el suministro energético proporcionado por las placas fotovoltaicas.

**Instalación aislada**, se implementará este tipo de conexión para las familias que no cuentan con ningún tipo de suministro de energía.

iv. Realizar el mantenimiento regular del sistema fotovoltaico.

Se establecen el plan de mantenimiento preventivo

**Preventivo: Paneles** (limpieza, inspección y control temperatura)

**Preventivo Estructura** (Revisión Física)

**Preventivo Caja de Campo SSM** (Revisión del estado de la tornillería, filtraciones)

Al considerarse un proyecto a largo plazo, se puede evidenciar un ahorro a partir de la instalación de los paneles, ya que los costos disminuyen y se reducen solo a mantenimientos preventivos y curativos de la instalación.

### *Resultados de Evaluación socio económica*

Costos de instalación y mantenimiento de los paneles solares.

Tabla 19

### *Presupuesto de Energía fotovoltaica*

| <b>PRESUPUESTO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA PARA UNA UNIDAD DE VIVIENDA</b>             |               |                 |                     |                    |
|--|---------------|-----------------|---------------------|--------------------|
| <b>ACTIVIDAD</b>   | <b>UNIDAD</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>VR. UNITARIO</b> | <b>VR. PARCIAL</b> |
| Equipos  |               |                 |                     |                    |
| panel poli 265w gt yingli solar yl 265p-29b  | UND           | 2               | 943.863,00          | 1.887.726,00       |
| Bateria agm2vdc-1000ahmtek sellada mtek mt210000                                   | UND           | 2               | 702.249,94          | 1.404.499,88       |
| Controlador mppt 85a-12vdc/24vdc/48vdc victron blue solar mppt 150/85 tr           | UND           | 1               | 2.703.000,51        | 2.703.000,51       |
| Inversor/cargador 3000w/48vdc pura victron quattro 48/3000                         | UND           | 1               | 5.162.642,45        | 5.162.642,45       |
| Cable solar 6 mm zz-f 1,8kv general Cable acometida eléctrica de corriente alterna | UND           | 15              | 6.560,00            | 98.400,00          |
|  | ML            | 3               | 285.000,00          | 855.000,00         |

|                      |               |
|----------------------|---------------|
| TOTAL, COSTO DIRECTO | 12.111.268,84 |
|----------------------|---------------|

|                    |               |
|--------------------|---------------|
| TOTAL, COSTOS OBRA | 12.111.268,84 |
|--------------------|---------------|

---

Fuente: Elaboración Propia a partir de la literatura consultada

A través de la tabla 20 se presenta presupuesto de energía fotovoltaica para una vivienda en el municipio de Tame - Arauca

RTA. El presupuesto de energía fotovoltaica para una vivienda, considera una casa con una familia promedio de seis (6) personas, con un consumo para los electrodomésticos y equipos como: un (1) televisor, una (1) nevera, (1) lavadora y cinco (5) bombillos, para un consumo mensual de 176 KW, por un valor aproximado de \$96.000 mensuales: La inversión por valor de \$12.111.289, realizada se cubre en aproximadamente 126 meses en condiciones de operación normales para el sistema fotovoltaico instalado.

Para el caso de la instalación de energía fotovoltaica en cien (100) viviendas se puede obtener una reducción del presupuesto en un 10% aproximadamente.

i. Beneficios por ser una energía renovable, inagotable

RTA. Se deja de consumir energía convencional, por la energía fotovoltaica y se aprovecha la disponibilidad de niveles de irradiación solar para la Orinoquía y la región central, que según el IDEAM, está en promedio de 4.5 kWh/m<sup>2</sup>/d3.

Así mismo, se logra realizar mayor inversión en áreas de uso de la comunidad como instituciones educativas, salones comunales, centros médicos, entre otros.

- ii. Vida útil media: mayor a los 30 años.

RTA. Es un servicio de largo tiempo, de uso ilimitado, genera independencia energética para cada grupo familiar y el municipio tiene posibilidades de generar ingresos extras, por la venta del excedente de energía que no consume.

- iii. Inversión inicial y gastos de operación para la instalación.

RTA. La inversión inicial y gastos para una vivienda es de \$12.111.268 aproximadamente, esta inversión puede disminuir a medida que aumente los requerimientos. También hay leyes del gobierno nacional como la exención de IVA para zonas apartadas del país, con estos factores el valor puede disminuir.

## Resultados de Evaluación Ambiental

## Matriz Ambiental

Tabla 20

## Matriz Ambiental

| ACTIVIDAD               | SISTEMA      | COMPONENTE AMBIENTAL | ASPECTO AMBIENTAL  | IMPACTOS AMBIENTALES   | IMPACTO |         | VALORACIÓN AMBIENTAL |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | IMPORTANCIA |         | CONTROLES DE INGENIERÍA |            |           |           |
|-------------------------|--------------|----------------------|--|--|---------|---------|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------|---------|-------------------------|------------|-----------|-----------|
|                         |              |                      |  |  | NORMAL  | ANORMAL | SIGNO                | I | E | M | P | R | S | A | E | P | R | E | I | M           | Directo |                         | Indirecto  |           |           |
| Instalación y operación | Medio Físico | Aire                 | Uso de maquinaria y equipos para la instalación            | Generación de material particulado   | x       |         | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1           | 3       | COMPATIBLE              | X          | No aplica |           |
|                         |              |                      |  | Modificación en las concentraciones de presión sonora  | x       |         | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1           | 1       | 3                       | COMPATIBLE | X         | No aplica |
|                         |              |                      |  | Contaminación del aire por generación de emisiones   | x       |         | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1           | 1       | 3                       | COMPATIBLE | X         | No aplica |
|                         |              |                      |  | Contaminación de suelos  | x       |         | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1           | 1       | 3                       | COMPATIBLE | X         | No aplica |
|                         |              | Suelo                | Uso de combustibles  | Contaminación de suelos por generación de residuos peligrosos, industriales ordinarios y fluidos | x       |         | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1           | 1       | 6                       | COMPATIBLE | X         | No aplica |
|                         |              |                      |  | Contaminación de suelo por derrames accidentales de residuos líquidos, insumos, etc.             | x       |         | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1           | 1       | 3                       | COMPATIBLE | X         | No aplica |
|                         |              |                      |  | Agotamiento del Recurso Natural  | x       |         | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1           | 1       | 3                       | COMPATIBLE | X         | No aplica |
|                         |              |                      |  | Agotamiento del Recurso Natural  | x       |         | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1           | 1       | 3                       | COMPATIBLE | X         | No aplica |
|                         |              | Agua                 | Derrames accidentales de líquidos varios, residuos, etc... | Contaminación de fuentes hídricas o superficiales cercanas                                       | x       |         | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1           | 1       | 3                       | COMPATIBLE | X         | No aplica |
|                         |              |                      |  | Agotamiento del Recurso Natural  | x       |         | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1           | 1       | 3                       | COMPATIBLE | X         | No aplica |
|                         |              |                      |  | Disminución de la existencia y abundancia de especies  | x       |         | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1           | 1       | 3                       | COMPATIBLE | X         | No aplica |
|                         |              |                      |  | Remoción y pérdida de la cobertura vegetal natural   | x       |         | -1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1           | 1       | 3                       | COMPATIBLE | X         | No aplica |
|                         |              | Flora                | Instalación de facilidades                                 | Fragmentación y afectación del sistema   | x       |         | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1           | 1       | 3                       | COMPATIBLE | X         | No aplica |
|                         |              |                      |  | Alteración del terreno por extracción de material  | x       |         | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1           | 1       | 3                       | COMPATIBLE | X         | No aplica |
|                         |              |                      |  | Cambio en la percepción del paisaje  | x       |         | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1           | 1       | 3                       | COMPATIBLE | X         | No aplica |
|                         |              |                      |  | Manipulación de herramientas, equipos y  | x       |         | -1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1           | 1       | 7                       | COMPATIBLE | X         | No aplica |
|                         |              | Paisaje              | Humanos  | Possible enfermedad o accidentes   | x       |         | -1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1           | 1       | 7                       | COMPATIBLE | X         | No aplica |

|                      |          |                              |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |            |            |           |
|----------------------|----------|------------------------------|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------------|------------|-----------|
| Medio Socioeconómico | Economía | maquinaria                   |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |            |            |           |
|                      |          | Instalación del proyecto     | Generación de empleo            | x | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 2 | 0          | COMPATIBLE | x         |
| Medio Físico         | Agua     | Consumo de agua              | Agotamiento del Recurso Natural | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | COMPATIBLE | x          | No aplica |
|                      |          | Consumo de Energía Eléctrica | Agotamiento del Recurso Natural | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3          | COMPATIBLE | x         |

Fuente: Elaboración propia a partir de la literatura consultada

A través de la tabla 21 se relaciona la matriz ambiental analizando el impacto y la importancia física y económica de la instalación y operación del sistema fotovoltaico.

## Discusión

**Económica:** aunque inicialmente el valor de instalar un sistema fotovoltaico para una vivienda se lee alto; por encima del ingreso promedio para una familia de área rural, su ejecución se podría integrar a diferentes alternativas de financiación; siempre que exista voluntad y ayuda gubernamental.

Por otra parte, la viabilidad económica, depende del trabajo social en el sentido de la voluntad al cambio de consumo de las energías tradicionales vs el nuevo sistema.

En cuanto al costo de la estructuración del proyecto, es un valor proyectado y aproximado, cuya información debe ajustarse una vez se dé su viabilidad práctica, en cuyo caso, tendría un análisis de precios con referencias del mercado de Tame y Nacional.

La energía fotovoltaica genera independencia energética a la familia y al municipio, además de los ingresos extras que puede obtener por la venta de energía sobrante.

Para la empresa también trae beneficios económicos porque se puede extender otros municipios de Arauca y amplía sus ingresos, disminuir costos y aumenta las utilidades.

**Ambiental:** Al realizar la evaluación ambiental de la implementación de energía fotovoltaica en Tame - Arauca es importante resaltar que esta tecnología es amigable con el medio ambiente, generando impactos positivos sobre el ambiente y la comunidad, basándose en evitar el agotamiento de recursos y la eficiencia de su uso, partiendo desde la instalación hasta la operación de la tecnología, haciendo de esta un proceso llamativo

para su adecuación en zonas que no cuentan con el servicio de energía eléctrica. En la matriz se evidencia los impactos que posiblemente se relacionan con las actividades relacionadas con el proceso de energía fotovoltaica, en donde la calificación realizada muestra que dichos impactos no generan afectaciones al medio ambiente ni a las comunidades donde se instale.

**Técnico:** la pertinencia de realizar un proyectos bajo un sistema fotovoltaico en el municipio de Tame, Arauca permite la implementación de nuevas tecnologías, que además de amigables con el medio ambiente son económicas y de fácil mantenimiento.

Si bien es cierto requiere de una gran inversión, con un buen plan de mantenimiento se puede garantizar un uso eficaz de la energía producida.

La calidad de los materiales y equipos requeridos para su instalación al igual que los servicios técnicos permitirán obtener los resultados esperados.

Las condiciones solares y el territorio son aptos para la implementación.

**Administrativa:** Al realizar la evaluación administrativa de la implementación de energía fotovoltaica en Tame - Arauca se destaca que es una zona potencial para desarrollar el proyecto, beneficia principalmente a la población rural, mejora las condiciones de vida de sus habitantes, facilita el acceso a medios de comunicación, traerá desarrollo a la región y contribuye con la educación superior al facilitar el ingreso mediante plataformas digitales. También se aprovechará los beneficios que el gobierno nacional está otorgando a las empresas que implementen proyectos de energías renovables, que contribuyan con el medio ambiente y que generen empleo en el departamento.



## **Conclusiones**

La implementación de un sistema fotovoltaico para la zona rural del Municipio de Tame es viable, si se tiene en cuenta que es una región con buena radiación solar y el costo del operador actual es elevado, entre otros.

El nivel de cobertura en la zona rural de Tame-Arauca es menor al 50%, y con una población de casi 60 mil personas, requiere de otras energías renovables que minimicen la generación de la huella de carbono de la región.

Las evaluaciones socio económica, ambiental y técnica arrojaron que esta alternativa de energía es apta para esta zona debido a su uso eficiente de los diferentes recursos, así como su mantenimiento básico y sencillo.

El proyecto busca disminuir el uso de energías convencionales en los hogares de la zona rural de Tame-Arauca y ser modelo para su implementación en otros municipios.

### **Recomendaciones**

A pesar de que implementar un sistema de energía fotovoltaico, se vuelve viable desde los resultados de esta investigación, se recomienda revisar experiencias ya realizadas en Colombia, para poder tener con oportunidad, los resultados reales del comportamiento a través del tiempo, dentro de la cultura local.

## Bibliografía

- Abad, M. (06 de 06 de 2017). *¿Que es la cadena de Valor de una empresa?* Obtenido de teamleader: <https://blog.teamleader.es/que-es-la-cadena-de-valor-de-una-empresa>
- Acciona. (21 de 10 de 2019). *Energia Solar*. Obtenido de Acciona: <http://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/>
- Acesol. (12 de 2016). *Guía Solar Fotovoltaica Hogares*. Obtenido de Acesol: [https://www.academia.edu/36388438/Gu%C3%ADa\\_SOLaR\\_FOTOVOLTaICa\\_HOGARES](https://www.academia.edu/36388438/Gu%C3%ADa_SOLaR_FOTOVOLTaICa_HOGARES)
- Agencia de proteccion Ambiental de Estados Unidos. (2013). *EPA en Español*. Obtenido de EPA: <https://espanol.epa.gov/>
- Arboleda Germán. (2013). *Proyectos - identificación, formulación, evaluación y gerencia*. Bogota: Alfaomega Grupo Editorial.
- Baca, G. (2016). *Evaluación de proyectos (8a. ed.)*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Baquero Julian, G. Y. (2017). *Desarrollo de Estrategias para el Consumo Energetico Mediante el Aprovechamiento de Recursos y Utilización de energias Alternativas en la Universidad Libre sede Bosque*. Obtenido de Universidad Libre de Colombia: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10597/ANTEPROYECTO.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Barbosa, T. V. (20 de 01 de 2011). *Estudio para el uso de la tecnología solar fotovoltaica*. Obtenido de Universidad Cooperativa de Colombia: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/article/view/453>
- Bun-Ca Fundacion Red de Energia. (09 de 2002). *Manual sobre energía renovable: Solar Fotovoltaica*. Obtenido de Bun-ca: <http://bun-ca.org/publicaciones/FOTOVOLT.pdf>

- Carreño Pérez, J. C. (16 de 08 de 2006). *Herramienta sistematizada de análisis técnico-económico simplificado, para la generación fotovoltaica y eólica en las zonas no interconectadas de Colombia*. Obtenido de Universidad Libre de Colombia:  
<http://hdl.handle.net/10901/9815>
- Celsia. (09 de 09 de 2019). *Todo lo que debes saber sobre energía solar en Colombia*. Obtenido de Celsia: <https://eficienciaenergetica.celsia.com/todo-lo-que-debes-saber-sobre-energia-solar-en-colombia/>
- Cepeda, &. S. (15 de 02 de 2017). *Aspectos que afectan la eficiencia en los paneles fotovoltaicos y sus potenciales soluciones*. Obtenido de Universidad Santo Tomas:  
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/4196/cepedajuan2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Espada. (10 de 11 de 2018). *Las Energías Convencionales*. Obtenido de Erenovable.com:  
<https://erenovable.com/las-energias-convencionales/>
- Figuroa Julian. (01 de 02 de 2017). *Análisis en la Ejecución de un Sistema de Energía Solar*. Obtenido de Universidad Santo Tomas:  
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/3207/Ardilamiguel2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, S. y. (08 de 03 de 2018). *Viabilidad técnico-económica de un sistema fotovoltaico en una planta de Tratamiento de Agua*. Obtenido de Universidad Francisco de Paula Santander:  
<https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/download/1511/Garc%C3%ADa%20Garnica/>
- Grupo Ortiz. (2019). *Energía Fotovoltaica*. Obtenido de Grupo Ortiz:  
[http://www.grupoortiz.com/es/negocio/energia/energias-renovables\(epc\)/fotovoltaica/](http://www.grupoortiz.com/es/negocio/energia/energias-renovables(epc)/fotovoltaica/)

- Hernandez, Fernandez, & Baptista. (2009). *Metodología de la investigación quinta edición*. Mexico: editorial Mc GRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Ideam. (2002). *Atlas de Radiación Colombia*. Obtenido de Tiempo y clima: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion>
- Ingenieria, R. d. (2009). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus Perspectivas. En U. d. Andes, *Rodríguez Murcia Humberto* (pág. 8). Bogota.
- Ortiz, C. (2018). *Evaluación de los Impactos en la Implementación de Energía Solar Fotovoltaica para Viviendas Unifamiliares Villavicencio*. Obtenido de Universidad Cooperativa de Colombia: [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/4122/1/2018\\_evaluacion\\_impactos\\_energia.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/4122/1/2018_evaluacion_impactos_energia.pdf)
- Ospino Castro. (31 de 10 de 2010). *Análisis del potencial energético solar en la Región Caribe para el diseño de un sistema fotovoltaico*. Obtenido de Inge Cub: <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/296>
- Ostos, C. C. (2017). *Sistema híbrido fotovoltaico (FV) con interacción a la red para zonas rurales de Colombia*. Obtenido de Revista de investigación Agraria y Ambiental: <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1847/2066>
- Parada, P. (2017). *Análisis Pestel, un herramienta de estrategia empresarial de estudio del entorno*. Obtenido de Pascual.Parada.com: <http://www.pascualparada.com/analisis-pestel-una-herramienta-de-estudio-del-entorno/>
- Procolombia. (21 de 12 de 2018). *Portal Oficial de Inversión de Colombia*. Obtenido de Procolombia: <https://www.inviertaencolombia.com.co/noticias/1197-colombia-y-su-potencial-en-fuentes-de-energia-renovables.html>

Puig Peg, J. M. (04 de 02 de 2001). *Energía solar Fotovoltaica*. Obtenido de issuu:

<https://issuu.com/prosolar/docs/cuadernos-energias-renovables-para-todos-solar-fot>

Redacción Económica. (07 de 04 de 2019). *Se fortalece la Energía Solar en Colombia*.

Obtenido de El Espectador: <https://www.elespectador.com/economia/se-fortalece-la-energia-solar-en-colombia-articulo-849271>

Revista Dinero. (13 de febrero de 2019). *¿Porque Subieron los precios en la bolsa de*

*Energía?* Obtenido de Dinero: <https://www.dinero.com/pais/articulo/aumento-en-los-precios-de-la-energia-en-bolsa-2019/267100>

Revista Dinero. (04 de 02 de 2019). *Lista la fórmula de Electricaribe: ¿Adiós a los apagones*

*en la Costa?* Obtenido de Dinero: <https://www.dinero.com/pais/articulo/como-va-el-proceso-de-electricaribe/269128>

Riquelme, M. (30 de 10 de 2019). *La Cadena De Valor De Michael Porter*. Obtenido de Web

y Empresas: <https://www.webyempresas.com/la-cadena-de-valor-de-michael-porter/>

Rodríguez murcia, h. (15 de 01 de 2009). *Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus*

*perspectivas*. Obtenido de Universidad de los Andes:

<http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n28/n28a12.pdf>

Sanchez, P. (15 de 02 de 2019). *Estudio de viabilidad técnica y económica para la*

*implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica en el parque logístico el*

*Zol en Funza Cundinamarca*. Obtenido de Universidad Distrital Francisco José de

Caldas:

<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/14565/1/S%C3%A1nchezRojas%C3%81lvaroJos%C3%A92019.pdf>

Sanchez, S., & Julian, F. (2016). *Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico*

*interconectado a red con soporte de almacenamiento en la universidad Tecnológica de*

*Pereira*. Obtenido de Universidad Tecnológica de Pereira:

[http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/7010/62131244S211d.pdf?  
sequence=1](http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/7010/62131244S211d.pdf?sequence=1)

Serrano. (15 de 12 de 2006). *La percepción social de las energías renovables a través de una encuesta de opinión. un caso práctico en localidades del noroeste murciano*. Obtenido de Red de Revistas Científicas: <https://www.redalyc.org/pdf/407/40704408.pdf>

Trenza, A. (23 de 07 de 2018). *Que es el analisis Pestel y para que sirve?* Obtenido de mis finanzas: <https://anatrenza.com/analisis-pestel/>

Upme. (2015). *Integración de las Energías Renovables no convencionales en Colombia*.

Obtenido de Ministerio de Minas y Energía:

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

Por intermedio del presente documento en mi calidad de autor o titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra EVALUACIÓN DE DESARROLLO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ENERGÍA FOTOVOLTÁICA EN EL MUNICIPIO DE TAME – ARAUCA, que adjunto, titulada, autorizo a la Corporación universitaria Unitec para que utilice en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador o titular de la obra objeto del presente documento.

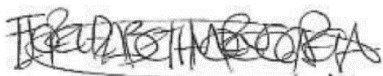
La presente autorización se da sin restricción de tiempo, ni territorio y de manera gratuita. Entiendo que puedo solicitar a la Corporación universitaria Unitec retirar mi obra en cualquier momento tanto de los repositorios como del catálogo si así lo decido.

La presente autorización se otorga de manera no exclusiva, y la misma no implica transferencia de mis derechos patrimoniales en favor de la Corporación universitaria Unitec, por lo que podré utilizar y explotar la obra de la manera que mejor considere. La presente autorización no implica la cesión de los derechos morales y la Corporación universitaria Unitec los reconocerá y velará por el respeto a los mismos.

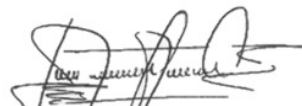
La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato electrónico, y en general para cualquier formato conocido o por conocer. Manifiesto que la obra objeto de la presente autorización es original y la realicé sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es de mi exclusiva autoría o tengo la titularidad sobre la misma. En caso de presentarse cualquier reclamación o por acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión asumiré toda la responsabilidad, y saldré en defensa de los derechos aquí autorizados para todos los efectos la Corporación universitaria Unitec actúa como un tercero de buena fe. La sesión otorgada se ajusta a lo que establece la ley 23 de 1982.

Para constancia de lo expresado anteriormente firmo, como aparece a continuación.

Firma:



FLOR ELIZABETH MORENO GARCÍA  
C.C. 1.093.734.054



LUIS FERNANDO OLAYA AMAYA  
C.C. 7.691.743



MARÍA FERNANDA PEÑA UBATÉ  
C.C. 1.121.851.073



LIGIA JANETH RODRIGUEZ  
GUTIERREZ  
C.C. 39.730.086



OLGA FERNANDA BUSTOS CASTELLANOS  
C.C. 52.601.920