

	<b>RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN (RAI)</b>		
	<b>Código:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Versión No.</b>

<b>Fecha de elaboración:</b> 10/04/2023			
<b>Tipo de documento</b>	TID:	Obra Creación:	Proyecto Investigación:
<b>Título</b>	Energía solar fotovoltaica como alternativa a la dependencia energética de la zona rural del municipio de Chipaque Cundinamarca.		
<b>Autor(es)</b>	Guavita Pintor Christian Enrique; Jaimes Ortiz Jessica Andreina		
<b>Tutor(es)</b>	Guzmán Gómez Juan Carlos		
<b>Fecha de finalización</b>	10/04/2023		
<b>Temática</b>	Energías Renovables		
<b>Tipo de investigación</b>	Proyectivo con estrategias de campo y enfoque cuantitativo		
<b>Resumen</b>			
<p>Este trabajo de aplicación profesional tiene como propósito mejorar la calidad de vida de la población rural del Municipio de Chipaque Cundinamarca, dando a conocer la Energía solar Fotovoltaica como alternativa a la dependencia energética, debido a que está es una zona afectada por las limitaciones del sistema actual, la falta de regulación de precios, deficiencia en los mantenimientos y costos altos de facturación.</p> <p>La propuesta consiste en realizar un análisis de proyectos formulados en el departamento de Cundinamarca, para establecer técnicamente que la zona de estudio cumple con los requisitos mínimos para la implementación de este tipo de proyectos; la investigación se basó en una metodología de tipo proyectivo con estrategias de campo y enfoque cuantitativo, el análisis se realizó en diferentes etapas, desde la caracterización del consumo, identificación de la relación costos-beneficios hasta la propuesta de sistemas adaptados a las necesidades detectadas.</p>			
<b>Palabras clave</b>			
Energía, Radiación, Fotovoltaico, Panel, Energías Renovables.			
<b>Planteamiento del problema</b>			
A lo largo de la historia el consumo de energía eléctrica es incesante en cualquier sector, sea comercial o residencial todos nuestros equipos son alimentados por energía eléctrica, y esta generación relaciona un alto consumo de combustibles fósiles empleados en maquinaria y equipos agrícolas y como insumo doméstico en la cocción de alimentos.			

	<b>RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN</b>		
	<b>(RAI)</b>		
	<b>Código:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Versión No.</b>

Estas aplicaciones basadas en la utilización de recursos naturales representan factores de riesgo ambiental y de salud, como la contaminación atmosférica o calentamiento global, debido al aumento del dióxido de carbono, uno de los gases responsables del efecto invernadero. Con el calentamiento global, los sectores rurales se verán seriamente afectados en la agricultura por la evaporación de agua de la superficie de la tierra y el aumento de la demanda energética.

En Colombia la generación de energía se da por medio de plantas hidroeléctricas, que, aunque es una forma de generación limpia, produce daños irreparables en los ecosistemas al mantener grandes cantidades de agua acumulada, esto sin contar con los costos excesivos para transportar y distribuir la energía producida.

Para el caso particular de Chipaque Cundinamarca cuya población total es de 8401 habitantes de acuerdo a lo establecido en el documento del Departamento de Nacional de Planeación, población rural ocupa el 69.55% de la población, y menos del 43% tiene acceso a energía (DPN,2018 ).

### **Pregunta**

¿Es viable evaluar el uso de la energía solar fotovoltaica, como solución a la dependencia energética en el sector rural del Municipio de Chipaque Cundinamarca?

### **Objetivos**

#### **OBJETIVO GENERAL.**

Proponer la Energía solar fotovoltaica como alternativa a la dependencia energética de la zona rural del Municipio de Chipaque Cundinamarca.

	<b>RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN (RAI)</b>		
	<b>Código:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Versión No.</b>

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Analizar investigaciones existentes sobre la energía solar en el Departamento de Cundinamarca, como soporte base de la propuesta.
- Realizar un análisis de las condiciones técnicas para determinar el potencial de la zona de estudio.
- Establecer la factibilidad de implementar un sistema de energía solar fotovoltaica como solución a la dependencia energética en la zona rural

### Marco teórico

El calentamiento global, los gases de efecto invernadero y el deterioro de la calidad de vida del ser humano a causa del impacto generado por la contaminación producida por el sector industrial son problemas que requieren de medidas a corto y mediano plazo para solucionarlos. Entre las soluciones que se han propuesto e implementado durante los últimos 20 años a nivel mundial es la generación de la energía demandada por los sectores residencial, comercial e industrial a partir de fuentes no convencionales y de carácter renovable que contribuyan significativamente con la disminución de emisiones nocivas para el medio ambiente.

Es así como la energía solar juega un rol de suma importancia para la implementación de alternativas renovables en zonas rurales siendo una fuente no contaminante e inagotable, de acuerdo a estudios de eficiencia establecen que el sol tiene un aproximado de 6500 millones de años de vida, (Apolonio,2019), lo cual ha beneficiado a lo largo de los años a civilizaciones y poblaciones a subsistir y sobrellevar todos los cambios que ha generado el calentamiento global, cada hora el sol arroja sobre la tierra más energía en forma de luz y calor de la suficiente para colmar las necesidades globales de un año completo.

Actualmente, la energía solar se puede usar de dos maneras: como energía térmica solar, en la que el sol se usa para calentar fluidos, los cuales impulsan turbinas y otras máquinas. La segunda manera es la conversión fotovoltaica (paneles solares) en los que la electricidad es producida directamente del sol. Uno de los factores que durante mucho tiempo detuvo la adopción masiva de la energía solar es el alto costo de esta. Sin

	<b>RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN</b>		
	<b>(RAI)</b>		
	<b>Código:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Versión No.</b>

embargo, alrededor del mundo se ha venido implementado el uso de dicha estrategia, los principales proyectos a nivel mundial se encuentran ubicados en Asia, específicamente en la India (Apolonio,2019).

Las aplicaciones térmicas en Colombia datan de mediados del siglo pasado, cuando en Santa Marta fueron instalados calentadores solares en las casas de los empleados de las bananeras, calentadores que aún existen, aunque no operan. Más tarde, hacia los años sesenta, en la Universidad Industrial de Santander se instalaron calentadores solares domésticos de origen israelí para estudiar su comportamiento, hacia finales de los setenta y estimulados por la crisis del petróleo de 1973, instituciones universitarias (la Universidad de los Andes, la Universidad Nacional en Bogotá, la Universidad del Valle, entre otras) y fundaciones (como el Centro Las Gaviotas) sentaron las bases para instalar calentadores solares domésticos y grandes sistemas de calentamiento de agua para uso en centros de servicios comunitarios (como hospitales y cafeterías). Algunos desarrollos resultaron bastante innovadores. Sin embargo, se adoptó finalmente el sistema convencional que consta de uno o varios colectores solares y de su respectivo tanque de almacenamiento. (Rodriguez2008).

La generación de electricidad con energía solar tiene, entonces, enormes perspectivas, teniendo en cuenta que en Colombia cerca de 1 millón de familias carecen del servicio de energía eléctrica en el sector rural, se plantea como la solución para beneficiar a las zonas no Interconectadas, en ese sentido es importante garantizar que las zona de estudio cuente con los parámetros mínimos climáticos para su implementación, para el caso de caso del Municipio de Chipaque el cual se localiza al Oriente del Departamento de Cundinamarca en la provincia Oriente, se logró establecer estos parámetros como viables basados en el Atlas de radiación solar y climatológico generado por el IDEAM y por la leyes que rigen en el país para el desarrollo de este tipo de proyectos

(Paginas, 13-32)

### **Método**

La metodología es una teoría de la investigación científica, Palella y Martins (2012), señalan que, desde un punto de vista semántico, “el término significa tratado del método”. Como tal se entiende que es una guía procedimental, producto de la reflexión, que provee pautas lógicas generales pertinentes para desarrollar y coordinar operaciones

	<b>RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN (RAI)</b>		
	<b>Código:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Versión No.</b>

destinadas a la consecución de objetivos intelectuales o materiales del modo más eficaz posible

El enfoque de la investigación es de tipo cuantitativo, según Palella y Martins (2012) se caracteriza por privilegiar el dato como esencia sustancial de su argumentación, siendo el dato la expresión concreta que simboliza una realidad, para el caso de estudio se aplicaran técnicas, métodos, prácticas y teorías para obtener datos pertinentes al objeto de investigación, que en su cuantificación y análisis permitan determinar la viabilidad de una propuesta para su aplicación. Así mismo el diseño de la investigación es de tipo campo ya que se recolectó toda la información necesaria en cuanto a los datos mínimos de radiación solar para la implementación de este tipo de energía renovables, así como también datos de consumo energético promedio mensual y costos de este consumo para estimar la capacidad de demanda del sistema fotovoltaico.

Por otra parte, la investigación también se cataloga de tipo proyectiva ya que de acuerdo a (Hurtado, 2010). se ocupa de cómo deberían ser las cosas, para alcanzar unos fines y funcionar adecuadamente, esta misma involucra creación, diseño, elaboración de planes, o de proyectos. Para la población y muestra, se usó un subconjunto finito para reducir el número de familias para la aplicación de los instrumentos, entendiendo que un instrumento de recolección de datos es, cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información” (Sabino, 1992, p.114). en esta investigación se utilizó un diseño bibliográfico, informes de investigación, bases de datos para análisis estadísticos, políticas públicas y privadas a nivel nacional e internacional y para el tratamiento e interpretación de datos se usarán métodos estadísticos y paquetes office para la consolidación de la información. Finalmente el Instrumento utilizado se realizó mediante un formulario Web, a través de la aplicación de Google y consta de 9 preguntas que permite conocer la composición del núcleo familiar,

	<b>RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN (RAI)</b>		
	<b>Código:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Versión No.</b>

el nivel de conocimiento y receptividad antes los sistemas de energía alternativos, el costo y consumo de energía actual y el grado de satisfacción del servicio actual.

(Paginas, 33-41)

### **Resultados, hallazgos u obra realizada**

La investigación se encontró dividida en 4 fases de trabajo, efectuadas en un tiempo de 3 meses, la misma permitió evaluar la implementación de la energía solar fotovoltaica como alternativa a la dependencia energética de la zona rural del Municipio de Chipaque Cundinamarca. la Fase 1 tenía como objetivo la Caracterización del consumo de la electricidad allí se obtuvo que el municipio Chipaque de acuerdo a información de mapas de radiación del IDEAM se encuentra en la escala de (4,0-4,5 kWh/m<sup>2</sup>) lo cual garantiza el mínimo exigido para la utilización de paneles fotovoltaicos como energía alternativa, por otra parte, a través de una encuesta realizada se identificó que el 65% de los investigados no está satisfecho con el servicio de energía actual y que el 90% estaría dispuesto a implementar paneles solares en sus casas. En la Fase 2 se tenía como objetivo la Identificación de los parámetros de consumo eléctrico, de acuerdo con los encuestados se concluye que una vivienda en promedio tiene un consumo bimensual de \$ 212.590 equivalentes (160 kwh mensual). En la Fase número 3 se logró identificar el costo-beneficios de la implementación de paneles fotovoltaicos, estableciendo 2 posibles propuestas, la N°1 corresponde a un Kit aislado con una capacidad mensual de 114Kwh y el N°2 un kit hibrido con capacidad de 156 Kwh. Para la fase final se analizó y realizo la propuesta final de implementación, concluyendo que, para cubrir la demanda de energía total de la casa, el kit solar hibrido es el más optimo, ya que nos genera un retorno de dinero

	<b>RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN (RAI)</b>		
	<b>Código:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Versión No.</b>

considerable en un menor tiempo, es menor la inversión y considera en el tiempo gastos de mantenimiento, pero su desventaja es la autonomía cuando no tiene carga constante, ya que es de una hora. Finalmente, es necesario proponer a los entes gubernamentales encargados de generar política pública, la promoción y financiación de este tipo de proyectos, ya que posee un gran potencial que está siendo subutilizado y que cuenta con todas las herramientas para ser ejecutado en la mayoría del territorio nacional.

(Paginas, 42-50)

### Conclusiones

En la actualidad los proyectos de energías renovables han tenido una gran demanda en el territorio nacional, grandes empresas e industrias han realizado millonarias inversiones en la construcción de parques solares con el fin de abarcar la demanda energética actual, el territorio nacional permite que los estos proyectos sean potencialmente viables gracias a la ubicación geográfica, la variedad de climas y el relieve que se encuentra en el país, lo que permite garantizar los estándares mínimos para su aplicación.

A pesar de que hay tratados firmados por parte del gobierno nacional aún las políticas públicas no son suficientes para garantizar el suministro de energía en las zonas no interconectadas y vulnerables del país; con este estudio se demuestra que un sistema fotovoltaico es óptimo para suplir las necesidades mínimas de consumo de una unidad familiar, pero éste sigue teniendo un costo elevado, que no es de fácil acceso para una población vulnerable o de escasos recursos.

Debemos orientar esfuerzos con entidades gubernamentales del orden nacional, departamental y territorial para lograr la financiación de este tipo de iniciativas que

	<b>RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN (RAI)</b>		
	<b>Código:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Versión No.</b>

contribuyen a la mejora de la calidad de vida de las poblaciones vulnerables y aporta al desarrollo sostenible del país.

### Productos derivados

- Acosta, J. (2020). “Los paneles fotovoltaicos como alternativa de generación de electricidad en una zona residencial de Cartagena - Colombia”, 9.
- Arias F. (1999). El Proyecto De La Investigación. Editorial Episteme. [Texto en Línea]. Disponible: <https://es.slideshare.net/brendalozada/el-%20proyecto-de-investigacion-fidias-arias-3ra-edicion> [Consulta: 2023, Marzo].
- Apolonio (2019) <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/106075>
- Auto Solar [https://autosolar.co/kits-solares?utm\\_source=Google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=busqueda-kits-solares&utm\\_content=kit-solar&gclid=CjwKCAjw586hBhBrEiwAQYEnHXEzDkh48tzXsxmJ\\_4gl0mt5PBTt8jxLoot0YGKI8kRkxRXw9Coy7hoCK-kQAvD\\_BwE&gclsrc=aw.ds](https://autosolar.co/kits-solares?utm_source=Google&utm_medium=cpc&utm_campaign=busqueda-kits-solares&utm_content=kit-solar&gclid=CjwKCAjw586hBhBrEiwAQYEnHXEzDkh48tzXsxmJ_4gl0mt5PBTt8jxLoot0YGKI8kRkxRXw9Coy7hoCK-kQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds)
- Chávez, M. (2012). “Proyecto de factibilidad para uso de paneles solares en generación fotovoltaica de electricidad en el complejo habitacional ‘San Antonio’ de Riobamba.” 18.
- Código eléctrico Colombiano NTC 2050:2020 <https://docplayer.es/14941678-Codigo-electrico-colombiano-norma-tecnica-colombiana-2050-ntc-2050.html>

	<b>RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN (RAI)</b>		
	<b>Código:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Versión No.</b>

- DPN, (2018), Demografía y población, Chipaque Cundinamarca, <http://orarbo.gov.co/apc-aa-files/a65cd60a57804f3f1d35afb36cfcf958/chipaque.pdf>
- DANE, (2022). Estadísticas Demografía y Población <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion>
- IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología de Estudios Ambientales, (2021) <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar>
- Flores, (2020). “Estado de la cobertura eléctrica y las zonas no interconectadas en la región central” <https://regioncentralrape.gov.co/wp-content/uploads/2020/05/Cpt017-ESTADO-DE-LA-COBERTURA-ELECTRICA-Y-LAS-ZONAS-NO-INTERCONECTADAS-EN-LA-REGIO%CC%81N-CENTRAL.pdf>
- Guía Técnica Colombiana 114, (2004) <https://biblioteca.minenergia.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=1464> {
- Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, Pacto por Colombia; Pacto por la equidad <https://www.dnp.gov.co/DNPN/Paginas/Plan-Nacional-de-Desarrollo.aspx>
- Constitución política de Colombia (1991) <http://www.secretariassenado.gov.co/constitucion-politica>
- Ley 1715 (2014). Congreso de Colombia <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=57353>
- Ley 1151 de (2007). <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=25932>

	<b>RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN (RAI)</b>		
	<b>Código:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Versión No.</b>

- Naciones Unidas, (2015) Acuerdo de París, [https://unfccc.int/sites/default/files/spanish\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf)
- Naciones Unidas, (2015), Objetivos de desarrollo sostenible, <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>.
- Norma Técnica Colombiana 2775 (1998= <https://biblioteca.minenergia.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=4938>
- Estrada, L. Muñoz A (2017). “Proyecto para la gestión de paneles solares en la vereda La Esperanza del municipio de Convención, Norte de Santander, Colombia”.
- Pesenca (1995). *Evaluación de sistemas fotovoltaicos en Colombia*. Bogotá: INEA (Instituto de Ciencias Nucleares y Energías Alternativas), 35, 85-94.
- Rodríguez, H (2009) “Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas”.
- Bejarano, B., & Ángel, N. (2011). Diseño de un Sistema de Generación Eléctrica Solar para la Iluminación Externa del Modular de la Escuela de Ingeniería en Ecoturismo. Recuperado a partir de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1884>.
- Pabón-Caicedo, J. D., Eslava-Ramírez, J. A., & Gómez-Torres, R. E. (2007). Generalidades de la distribución espacial y temporal de la temperatura del aire y de la precipitación en Colombia. *Meteorología colombiana*, 4, 47–59.
- Estéves, J., Ortiz, J., (2018). “Identificación de los factores críticos para la implementación de sistemas solares fotovoltaicos en Colombia”.

	<b>RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN</b>		
	<b>(RAI)</b>		
	<b>Código:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Versión No.</b>

- Eficiencia Energética, Norma técnica Colombiana 4405, (1998)  
[https://www.academia.edu/23212238/NORMA T%C3%89CNICA NTC COLOMBIANA 4405 EFICIENCIA ENERG%C3%89TICA EVALUACI%C3%93N DE LA EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS Y SUS COMPONENTES](https://www.academia.edu/23212238/NORMA_T%C3%89CNICA_NTC_COLOMBIANA_4405_EFICIENCIA_ENERG%C3%89TICA_EVALUACI%C3%93N_DE_LA_EFICIENCIA_DE_LOS_SISTEMAS_SOLARES_FOTOVOLTAICOS_Y_SUS_COMPONENTES)
- <https://mapasyestadisticas-cundinamarca-map.opendata.arcgis.com/documents/cundinamarca-map::municipio-de-chipaque/explore>
- Benjumea, D., Morales, D., & Duarte, S. (2020). Evaluación de la viabilidad para el proyecto de implementación de 50 kits solares fotovoltaicos en zonas rurales del municipio de Medio San Juan, Chocó. Universidad EAN.
- Blanco, S. (2017). Análisis de los aspectos técnicos e impactos socioeconómicos de sistemas de generación aislada, a partir de energía fotovoltaica en zonas no interconectadas de Colombia. Universidad Autónoma de Bucaramanga.
- Palella S, S. y Martins P, F. (2012). Metodología de la Investigación Cuantitativa. Caracas: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Hernández y otros (2003). Metodología de la Investigación (5ta ed.). Colombia: McGraw Hill. [Libro en físico].
- Sabino, C (1992). El Proceso De La Investigación. Editorial Panapo. [Texto en Línea]. Disponible: [http://paginas.ufm.edu/sabino/word/proceso\\_investigacion.pdf](http://paginas.ufm.edu/sabino/word/proceso_investigacion.pdf) [Consulta: 2023, febrero 19].

 CORPORACIÓN UNIVERSITARIA <b>UNITEC</b>	<b>RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN (RAI)</b>		
	<b>Código:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Versión No.</b>

- <https://ingenieriasustentable.com/producto/kit-solar-aislado-hogar-plus/>
- <https://ingenieriasustentable.com/producto/kit-energia-solar-hogar-hibrido-light-off-on-grid-ups-baterias/>



**ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA COMO ALTERNATIVA A LA  
DEPENDENCIA ENERGÉTICA DE LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE  
CHIPAQUE CUNDINAMARCA**

**AUTORES:**

**GUAVITA PINTOR CHRISTIAN ENRIQUE CÓD.: 10226072**

**JAIMES ORTIZ JESSICA ANDREINA CÓD.: 10226073**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA UNITEC**

**ESCUELA DE INGENIERÍA.**

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS**

**SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN II.**

**BOGOTÁ, ABRIL DE 2023**



**ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA COMO ALTERNATIVA A LA  
DEPENDENCIA ENERGÉTICA DE LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE  
CHIPAQUE CUNDINAMARCA**

**AUTORES:**

**GUAVITA PINTOR CHRISTIAN ENRIQUE CÓD.: 10226072**

**JAIMES ORTIZ JESSICA ANDREINA CÓD.: 10226073**

**DIRECTOR:**

**JUAN CARLOS GUZMÁN GÓMEZ**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA UNITEC**

**ESCUELA DE INGENIERÍA.**

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS**

**SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN II.**

**BOGOTÁ, ABRIL DE 2023**

## Tabla de contenido

1.	RESUMEN.....	6
2.	INTRODUCCIÓN.....	7
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
4.	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	10
5.	JUSTIFICACIÓN.....	10
6.	HIPÓTESIS.....	11
7.	OBJETIVOS.....	12
	7.1 OBJETIVO GENERAL.....	12
	7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
8.	MARCO REFERENCIAL.....	13
	8.1 ANTECEDENTES.....	13
	8.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN.....	18
	8.2.1 MATRIZ FODA.....	18
	8.2.2. MATRIZ DE VALORACIÓN DE PROBLEMAS.....	19
	8.2.3 ÁRBOL DE PROBLEMAS DEL MUNICIPIO CHIPAQUE.....	20
	8.2.4 ÁRBOL DE OBJETIVOS.....	21
9.	MARCO CONCEPTUAL.....	22
	9.1 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....	22
	Definición de variables críticas para la instalación de sistemas solares fotovoltaicos.....	24
	9.2.1 Radiación solar.....	24
	9.2.2 Brillo solar.....	25
	9.2.3 Eficiencia.....	25
	9.2.4 Voltaje.....	26
	9.2.5 Temperatura.....	26
	9.2.6 Vida Útil.....	26
	9.2.7 Potencia.....	27
9.2	CARACTERIZACIÓN ZONA DE ESTUDIO.....	28
	LOCALIZACIÓN.....	28
	LÍMITES.....	28
	COORDENADAS.....	28

PENDIENTES DEL TERRENO.....	28
CLIMA Y METEOROLOGÍA.....	28
NIVELES DE RADIACIÓN DEL MUNICIPIO CHIPAQUE PARA VIABILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PANEL SOLAR EN EL MUNICIPIO .....	29
10. MARCO LEGAL.....	31
11. METODOLOGÍA.....	33
12. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	34
13. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	34
14. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN .....	34
15. Población y Muestra.....	35
15.1 Población.....	35
15.1.1 Población finita.....	35
16. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	36
16.1. INSTRUMENTO .....	37
17. ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	41
18. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	41
18.1 CARACTERIZACIÓN DE LA RADIACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO .....	42
18.2 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ENCUESTA .....	43
18.3 DESCRIPCIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO.....	45
19. PROPUESTA .....	47
19.2. PROPUESTA KIT SOLAR 1.....	47
19.3. PROPUESTA KIT SOLAR 2.....	48
20. RETORNO DE LA INVERSIÓN.....	48
21. CONCLUSIONES .....	50
22. RECOMENDACIONES .....	50
23. LISTA DE REFERENCIAS.....	51

## Lista de figuras

<i>Figura 1: matriz FODA, fuente propia.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 2: Matriz de valoración de problemas, fuente propia.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 3: Árbol de problemas, fuente adaptación propia.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 4: Árbol de objetivos, fuente: adaptación propia.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 5. Sistema solar de 2.8 kWp instalado por el antiguo ICel.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 6: Mapa físico de Chipaque Fuente: EOT Chipaque Cundinamarca.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 7: Potencial de energía solar fotovoltaica en Colombia.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 8: Encuesta Consumo Energético.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 9: Cronograma de actividades.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 10: Potencial de energía solar fotovoltaica Chipaque Cundinamarca.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 11: Resultados de Encuesta.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 12: Resultados de Encuesta.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 13: Resultados de Encuesta.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 14: Resultados de Encuesta.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 15: Resultados de Encuesta.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 16: Resultados de Encuesta.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 17: Fotografía recibo energía.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 18: Fotografía kit aislado.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 19: Fotografía kit Energía solar hogar híbrido.....</i>	<i>49</i>

**Lista de tablas.**

<i>Tabla 1. Variables críticas para instalación de sistemas solares fotovoltaicos.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 2. Temperatura media anual en Colombia, por regiones.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 3. Análisis de propuestas.....</i>	<i>49</i>

## **1. RESUMEN.**

Este trabajo de aplicación profesional tiene como propósito mejorar la calidad de vida de la población rural del Municipio de Chipaque Cundinamarca, dando a conocer la Energía solar Fotovoltaica como alternativa a la dependencia energética, debido a que está es una zona afectada por las limitaciones del sistema actual, la falta de regulación de precios, deficiencia en los mantenimientos y costos altos de facturación.

La propuesta consiste en realizar un análisis de proyectos formulados en el departamento de Cundinamarca, para establecer técnicamente que la zona de estudio cumple con los requisitos mínimos para la implementación de este tipo de proyectos; la investigación se basó en una metodología de tipo proyectivo con estrategias de campo y enfoque cuantitativo, el análisis se realizó en diferentes etapas, desde la caracterización del consumo, identificación de la relación costos-beneficios hasta la propuesta de sistemas adaptados a las necesidades detectadas.

**Palabras clave:** Energía, Radiación, Fotovoltaico, Panel, Energías Renovables.

## 2. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad el cambio climático y la contaminación del ambiente, ha generado una gran preocupación a nivel mundial, es por ello que surge la necesidad de encontrar alternativas en fuentes de energía que sean eficientes y estén en armonía con el medio ambiente, para ello a partir del 12 de Diciembre de 2015 se estableció el tratado internacional (Acuerdo de París de las Naciones Unidas, el cual fue adoptado por 197 países y tiene como objeto *“Reforzar la respuesta mundial al cambio climático en el contexto de desarrollo sostenible, manteniendo la temperatura media mundial por debajo de 2°C con respecto a los niveles pre industriales y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5°C*

En este sentido, el uso de energías renovables se ha incrementado en los últimos años, la energía solar, es un tipo de energía renovable que proporciona el sol debido a su radiación electromagnética, se considera como nueva alternativa de consumo responsable con el medio ambiente ya que puede generar electricidad a través de energía fotovoltaica o por calor para generar calor termo solar, se estima que la energía solar absorbida por la tierra en un año es equivalente a 20 veces la energía almacenada en todas las reservas de combustibles fósiles en el mundo y diez mil veces superior al consumo actual (Chávez, 2012).

Para el caso específico de Colombia la implementación de energías renovables posee una gran viabilidad ya que el potencial de recursos de fuentes renovables es elevado y esto debido a que la posición geográfica del país es cercana al Ecuador, lo que beneficia la captación de energía solar.

Colombia cuenta con dos sistemas de energía, el Sistema Interconectado Nacional (SIN) y la Zonas No Interconectadas (ZNI). Regularmente las ZNI se encuentran en lugares de difícil acceso, a largas distancias de los centros de abastecimiento, estas carecen de infraestructura física y no cuentan con vías de acceso apropiadas. (Florez,2020)

Por tanto, esta investigación busca dar solución a la problemática particular de las ZNI de donde se estima que 43% de la población rural aún no cuentan con el servicio de energía eléctrica. Los resultados de esta propuesta, abre paso a futuros estudios

relacionados con la medición del impacto de la implementación de paneles fotovoltaicos como alternativa de generación de electricidad en la zona de estudio

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

A lo largo de la historia el consumo de energía eléctrica es incesante en cualquier sector, sea comercial o residencial todos nuestros equipos son alimentados por energía eléctrica, y esta generación relaciona un alto consumo de combustibles fósiles empleados en maquinaria y equipos agrícolas y como insumo doméstico en la cocción de alimentos. Estas aplicaciones basadas en la utilización de recursos naturales representan factores de riesgo ambiental y de salud, como la contaminación atmosférica o calentamiento global, debido al aumento del dióxido de carbono, uno de los gases responsables del efecto invernadero. Con el calentamiento global, los sectores rurales se verán seriamente afectados en la agricultura por la evaporación de agua de la superficie de la tierra y el aumento de la demanda energética.

En Colombia la generación de energía se da por medio de plantas hidroeléctricas, que, aunque es una forma de generación limpia, produce daños irreparables en los

ecosistemas al mantener grandes cantidades de agua acumulada, esto sin contar con los costos excesivos para transportar y distribuir la energía producida.

Para el caso particular de Chipaque Cundinamarca cuya población total es de 8401 habitantes de acuerdo a lo establecido en el documentos del Departamento de Nacional de Planeación, población rural ocupa el 69.55% de la población, y menos del 43% tiene acceso a energía (DPN,2018 ), es por ello que teniendo en cuenta esta situación, se hace necesario responder el interrogante ¿Es viable evaluar el uso de la energía solar fotovoltaica, como solución a la dependencia energética en el sector rural del Municipio de Chipaque Cundinamarca?

#### **4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.**

¿Es la energía solar fotovoltaica una alternativa a la dependencia e insuficiencia energética en el sector rural del Municipio de Chipaque Cundinamarca?

#### **5. JUSTIFICACIÓN.**

El municipio de Chipaque se encuentra ubicado en el departamento de Cundinamarca en la provincia de oriente, a 14 km al suroriente de Bogotá por la vía al Llano. Gran parte de la población del sector rural se encuentra alejada de las principales vías de comunicación del municipio, y de las líneas principales de distribución de energía, afectando en algunos casos la calidad del servicio y en otros el no suministro, la irregularidad del servicio ha ocasionado daños en electrodomésticos, alimentos, y afectando la seguridad, entre otros.

El departamento de Cundinamarca que hace parte de Colombia se encuentra en la línea ecuatorial lo que lo hace un país privilegiado que debe aprovechar esta fuente inagotable, limpia y gratuita como lo es la del sol a través de las energías consideradas verdes.

La necesidad que se plantea para la población son paneles o placas solares las cuales reciben energía solar transformándola en energía eléctrica para así mismo satisfacer la necesidad de energía de las viviendas y hacer un cambio de las energías convencionales, como lo son las centrales termoeléctricas o hidroeléctricas que afectan la naturaleza, por lo cual se estaría creando un impacto social positivo en la conservación del ambiente. (Estrada, 2017)

Para el cumplimiento del objetivo de desarrollo sostenible # 7, se plantea el caso de la energía asequible y no contaminante, resaltando claramente la necesidad de la inversión en fuentes de energía limpia en pro de mejorar la productividad energética. (PNUD, 2015).

Se evidencia que la radiación solar es una fuente de abastecimiento continuo e infinita, que resulta ser una alternativa renovable y limpia. Una de las opciones viables para enfrentar la problemática de suministro y dependencia energética es la implementación de sistemas basados en paneles solares, que ayudan al planeta a mitigar las huellas de carbono y disminuyen el costo del servicio de electricidad residencial. (Acosta, 2020).

El presente trabajo tiene como fin crear una propuesta que permita ser implementada a futuro en pro de mejorar la calidad de vida de la población objeto de la presente investigación, mediante la implementación de energías limpias.

## **6. HIPÓTESIS**

Al realizar un estudio de aspectos técnicos y de zona se espera poder generar y viabilizar la energía solar fotovoltaica como alternativa a la demanda eléctrica en casas unifamiliares en la zona rural del Municipio de Chipaque Cundinamarca.

## **7. OBJETIVOS**

### **7.1 OBJETIVO GENERAL.**

Proponer la Energía solar fotovoltaica como alternativa a la dependencia energética de la zona rural del Municipio de Chipaque Cundinamarca.

### **7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Analizar investigaciones existentes sobre la energía solar en el Departamento de Cundinamarca, como soporte base de la propuesta.
- Realizar un análisis de las condiciones técnicas para determinar el potencial de la zona de estudio.
- Establecer la factibilidad de implementar un sistema de energía solar fotovoltaica como solución a la dependencia energética en la zona rural

## **8. MARCO REFERENCIAL.**

### **8.1 ANTECEDENTES.**

El calentamiento global, los gases de efecto invernadero y el deterioro de la calidad de vida del ser humano a causa del impacto generado por la contaminación producida por el sector industrial son problemas que requieren de medidas a corto y mediano plazo para solucionarlos. Entre las soluciones que se han propuesto e implementado durante los últimos 20 años a nivel mundial es la generación de la energía demandada por los sectores residencial, comercial e industrial a partir de fuentes no convencionales y de carácter renovable que contribuyan significativamente con la disminución de emisiones nocivas para el medio ambiente.

Es así como la energía solar juega un rol de suma importancia para la implementación de alternativas renovables en zonas rurales siendo una fuente no contaminante e inagotable, de acuerdo a estudios de eficiencia establecen que el sol tiene un aproximado de 6500 millones de años de vida, (Apolonio,2019), lo cual ha beneficiado a lo largo de los años a civilizaciones y poblaciones a subsistir y sobrellevar todos los cambios que ha generado el calentamiento global, cada hora el sol arroja sobre la tierra más energía en forma de luz y calor de la suficiente para colmar las necesidades globales de un año completo.

Actualmente, la energía solar se puede usar de dos maneras: como energía térmica solar, en la que el sol se usa para calentar fluidos, los cuales impulsan turbinas y otras máquinas. La segunda manera es la conversión fotovoltaica (paneles solares) en los que la electricidad es producida directamente del sol. Uno de los factores que durante mucho tiempo detuvo la adopción masiva de la energía solar es el alto costo de esta. Sin embargo, alrededor del mundo se ha venido implementado el uso de dicha estrategia, los principales proyectos a nivel mundial se encuentran ubicados en Asia, específicamente en la India (Apolonio,2019).

Las aplicaciones térmicas en Colombia datan de mediados del siglo pasado, cuando en Santa Marta fueron instalados calentadores solares en las casas de los empleados de las bananeras, calentadores que aún existen, aunque no operan. Más tarde, hacia los años sesenta, en la Universidad Industrial de Santander se instalaron calentadores solares

domésticos de origen israelí para estudiar su comportamiento. Posteriormente, hacia finales de los setenta y estimulados por la crisis del petróleo de 1973, instituciones universitarias (la Universidad de los Andes, la Universidad Nacional en Bogotá, la Universidad del Valle, entre otras) y fundaciones (como el Centro Las Gaviotas) sentaron las bases para instalar calentadores solares domésticos y grandes sistemas de calentamiento de agua para uso en centros de servicios comunitarios (como hospitales y cafeterías).

Algunos desarrollos resultaron bastante innovadores. Sin embargo, se adoptó finalmente el sistema convencional que consta de uno o varios colectores solares y de su respectivo tanque de almacenamiento. El colector empleaba una parrilla de tubería de cobre y, como absorbedor, láminas de cobre o de aluminio. Como película absorbidora se empleaba pintura corriente o con aditivos, y otros absorbedores selectivos. La cubierta exterior era de vidrio corriente o templado y el aislamiento de fibra de vidrio, icopor o poliuretano. El tanque generalmente era metálico en sistemas presurizados o de asbesto cemento en sistemas abiertos. Estos desarrollos tuvieron su máxima expresión a mediados de los ochenta en la aplicación masiva de calentadores en urbanizaciones en Medellín (Villa Valle de Aburrá) y Bogotá (Ciudad Tunal, Ciudad Salitre) en donde fueron instalados miles de calentadores, desarrollados y fabricados por el Centro Las Gaviotas; el Palacio de Nariño, en Bogotá, también tuvo uno de estos grandes calentadores. A mediados de los ochenta surgieron varias compañías nacionales en Bogotá, Manizales y Medellín que fabricaron e instalaron miles de calentadores solares de diversas capacidades en esas ciudades. Muchas instituciones religiosas montaron calentadores solares en sus conventos y también alguna cadena hotelera (Hoteles Dann).

Hacia finales de los 80, el programa PESENCA (Programa Especial de Energía de la Costa Atlántica), un proyecto realizado por CORELCA (Corporación de Energía Eléctrica de la Costa Atlántica), el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) y la GTZ (Sociedad Alemana de Cooperación Técnica), introdujo calentadores solares en la Costa Atlántica y desarrolló un campo experimental en Turipaná, Córdoba, en donde se realizaron pruebas y ensayos para determinar la eficiencia de estos sistemas. Este momento puede considerarse el origen de las normas sobre calentadores solares, iniciativa que siguió su desarrollo por parte del ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas) y que ha dado origen a las normas existentes en el país sobre tales dispositivos.

Si bien los calentadores solares para una pequeña familia costaban ya a mediados de los ochenta y noventa el equivalente a US\$1000 por sistema (tanque de 120 litros, 2 m<sup>2</sup> de colectores solares) y representaban una inversión inicial medianamente alta, instituciones como el antiguo Banco Central Hipotecario, al hacer un análisis valor presente neto, comprendieron que era más económico emplear calentadores solares que emplear electricidad para calentar agua y obvió la inversión que harían los usuarios dotando a varias de sus urbanizaciones con estos equipos. Pero fue posteriormente la introducción de un energético más barato, el gas natural, la que desplazó del mercado esta naciente industria desde mediados de los noventa hasta la actualidad.

Realizando consultas en diferentes trabajos académicos sobre la implementación de paneles solares fotovoltaicos en zonas rurales no interconectadas en diferentes partes de Colombia, como alternativa de solución para abastecer de electricidad a comunidades remotas, se puede evidenciar que se cuenta con alto recurso solar en la mayoría del territorio nacional, lo que hace técnicamente viable los proyectos de este tipo, trayendo consigo grandes beneficios sociales y ambientales, como también ingresos económicos. Las siguientes investigaciones resumen lo descrito:

- Blanco (2017), en su tesis *“Análisis de los aspectos técnicos e impactos socioeconómicos de sistemas de generación aislada, a partir de energía fotovoltaica en zonas no interconectadas de Colombia”* busca evaluar el desempeño de los sistemas fotovoltaicos instalados por la empresa OPREC en Hato Corozal-Casanare, por medio de la medición y seguimiento de dos sistemas implementados en la zona y las condiciones de vida de la población beneficiada.

Para el desarrollo del trabajo, recopiló información histórica del proyecto, realizó la caracterización de las viviendas, consumo promedio de los usuarios, especificaciones técnicas de los equipos y realizó la aplicación de una encuesta a 41 familias, equivalente al 20% de los beneficiarios, para establecer las condiciones sociales, económicas y energéticas después de tener acceso a energía eléctrica por medio de paneles solares.

En los resultados obtenidos encontró: a) Un aumento en las horas de uso de iluminación durante la noche de 2 horas y 35 minutos aproximadamente, ya que

antes las personas se acostaban entre las 7 pm – 8pm y después de la instalación de los paneles se acostaban entre 9pm y 11pm, lo que representa un mejorando en la realización de sus tareas diarias. b) Las familias sustituyeron fuentes energéticas como gasolina, queroseno y otros combustibles como ACPM por la energía eléctrica. c) Se vio una disminución de las horas de escuchar radio, ya que empezaron a utilizar televisión. d) El 71% de los encuestados manifiestan que tuvieron un gran mejoramiento en su nivel de vida y algunos ahorros económicos gracias a los SFV. e) El 75% de sistemas fotovoltaicos tuvieron fallas en el inversor, el 17% en el regulador y el 8% en las baterías. f) El consumo máximo actual por vivienda es de 2,5 KWh/día.

Finalmente tuvo como conclusiones, que los sistemas fotovoltaicos instalados tienen la capacidad de suplir las necesidades de las familias, cambiando sus hábitos cotidianos, pero que no han generado procesos productivos que sumen al desarrollo de la población y que el inversor es el principal componente del sistema fotovoltaico que genera fallas y afecta la efectividad del sistema.

- La investigación realizada por Ramírez et al. (2017) sobre el “*Análisis técnico, socioeconómico y ambiental de la electrificación con energía solar para vivienda rural en Hato Corozal-Casanare*” en donde, mediante la recolección de información por fuentes primarias como encuestas, entrevistas y cuestionarios, evaluaron 206 sistemas fotovoltaicos instalados en las zonas rurales del municipio, tomando como muestra a 132 viviendas.

En el análisis técnico encontraron que la instalación de paneles solares es mucho más económica que invertir en redes del SIN, cuando las viviendas se encuentran a más de 750 metros de la red de interconexión con una tensión 2 (1kV hasta 30kV) o 600 metros con una tensión 1 (Menor a 1kV); También observaron que los paneles tenían un buen rendimiento y almacenamiento, atendiendo todo el día el servicio de energía.

En el análisis socioeconómico hallaron que el 100% de los beneficiados corresponden al estrato uno (1), los hogares están compuestas por dos (2) o cuatro (4) personas, el 83% de las viviendas utilizan velas y linternas para la iluminación,

mientras que el restante usa gasolina u otras fuentes y el 93% usa motobombas para extraer agua de los pozos.

Como análisis ambiental, encontraron que los sistemas fotovoltaicos emiten un 71,3% menos de gases efecto invernadero que el SIN, con una reducción de 162 Kg CO<sub>2</sub>/año por cada usuario; Finalmente, Concluyeron que la potencia eléctrica instalada mediante paneles fotovoltaicos cubre las necesidades energéticas de una vivienda aislada, con grandes beneficios económicos y ambientales, pero que es necesario el apoyo económico de entidades públicas y privadas.

- Benjumea, Morales, & Duarte, (2020), en su investigación sobre la “*Evaluación de la viabilidad para el proyecto de implementación de 50 kits solares fotovoltaicos en zonas rurales del municipio de Medio San Juan, chocó*” buscan conocer la viabilidad técnica, ambiental, social y económica de la alternativa, mediante el cálculo de diferentes indicadores como el consumo básico de subsistencia, promedio de horas del sol, potencia eléctrica de los paneles, coeficiente de SROI, entre otros.

En los indicadores técnicos encontraron que el municipio de Medio San Juan, cuenta con tres puntos cuatro (3,4) de horas del sol al día, lo que permite la generación de electricidad a través de paneles solares, abasteciendo el consumo básico de 1,5 kWh/día que demanda la población. En los indicadores ambientales, mencionan que con el uso de paneles fotovoltaicos se disminuye 257.050Kg CO<sub>2</sub> lo que equivale a la utilización de 28.926.850 galones de combustibles al año en una planta eléctrica de 1KW de potencia.

En cuanto a los indicadores económicos, determinan que cada unidad fotovoltaica tiene un costo aproximado de \$ 9.122.520 incluyendo el valor de la reserva de contingencia y el cálculo de ratio costo-beneficio indica que la inversión de un peso (\$ 1) peso genera siete pesos (\$ 7) de valor social. Finalmente concluyen que: a) El proyecto es técnicamente viable, ya que el municipio cuenta con la radiación solar necesaria para tal fin. b) Se genera un impacto ambiental positivo con la reducción de CO<sub>2</sub> al reemplazar una planta eléctrica por paneles solares c) El proyecto es económicamente viable ya que se obtiene un alto valor de retorno. d) El impacto a

nivel social es positivo ya que se aumenta en más de 1% los hogares con electricidad.

## 8.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN.

### 8.2.1 MATRIZ FODA.



Figura 1: matriz FODA, fuente propia.

## 8.2.2. MATRIZ DE VALORACIÓN DE PROBLEMAS



Figura 2: Matriz de valoración de problemas, fuente propia

## 8.2.3 ÁRBOL DE PROBLEMAS DEL MUNICIPIO CHIPAQUE.

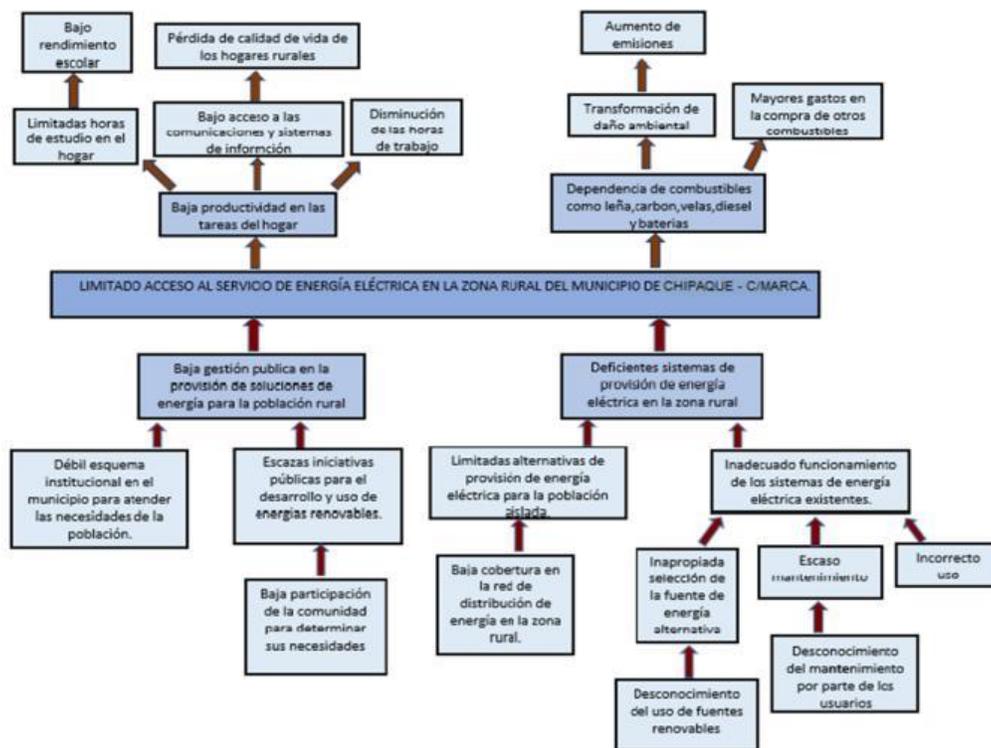


Figura 3: Árbol de problemas, fuente adaptación propia

## 8.2.4 ÁRBOL DE OBJETIVOS

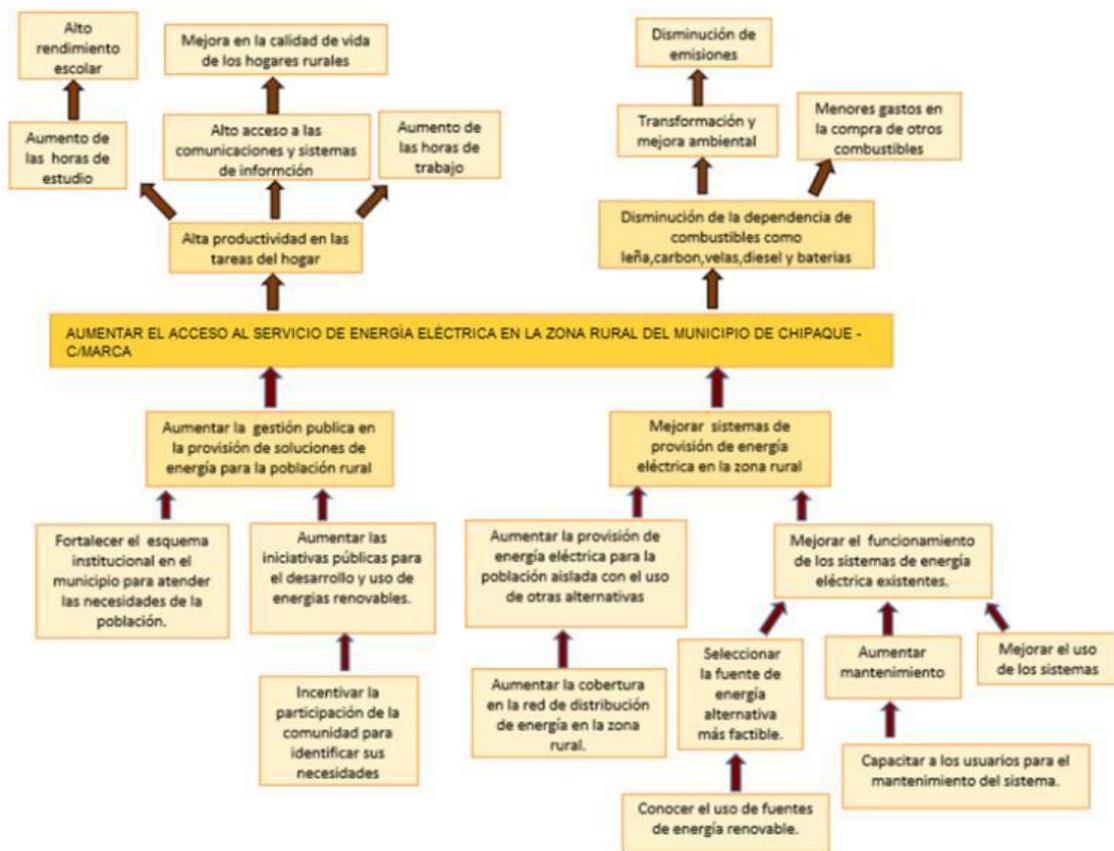


Figura 4: Árbol de objetivos, fuente: adaptación propia.

## **9. MARCO CONCEPTUAL.**

### **9.1 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.**

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. Estas actividades surgieron con el Programa de Telecomunicaciones Rurales de Telecom a comienzos de los años 80, con la asistencia técnica de la Universidad Nacional. En este programa se instalaron pequeños generadores fotovoltaicos de 60 Wp (Wp: vatio pico) para radioteléfonos rurales y ya en 1983 habían instalados 2 950 de tales sistemas. El programa continuó instalando estos sistemas y pronto se escaló a sistemas de 3 a 4 kWp para las antenas satelitales terrenas. Muchas empresas comenzaron a instalar sistemas para sus servicios de telecomunicaciones y actualmente se emplean sistemas solares en repetidoras de microondas, boyas, estaciones remotas, bases militares, entre otras aplicaciones. Estos sistemas son hoy esenciales para las telecomunicaciones rurales del país. Según un estudio realizado, entre 1985 y 1994 se importaron 48 499 módulos solares para una potencia de 2.05 MWp. (Pesenca, 1995). De estos 21 238 módulos con una potencia de 843.6 kW en proyectos de telecomunicaciones y 20 829 módulos con 953.5 kWp en electrificación rural. El estudio anterior también indicó, sobre una muestra de 248 sistemas (con 419 módulos), que 56% de los sistemas funcionaban sin problemas, 37% funcionaban con algunos problemas y 8% estaban fuera de servicio. Como principal fuente de problemas se encontraron la falta de mínimo mantenimiento, suministro de partes de reemplazo (reguladores y lámparas) y sistemas sobredimensionados. Estos problemas, que se suelen repetir aún hoy en día, indican la importancia que tiene el asegurar la sostenibilidad del suministro del servicio de energía para estos usuarios. Estas dificultades se han mostrado como una de las debilidades más graves del servicio de energía con estos sistemas. Y más que tratarse de un problema meramente técnico, el problema es de calidad del servicio y de atención al usuario. En los últimos diez años

tampoco se han realizado estudios sobre el comportamiento de estos sistemas. (Rodríguez, 2009)

En los programas de electrificación rural, el sistema convencional para hogares aislados ha costado de un panel solar de 50 a 70 Wp, una batería entre 60 y 120 Ah y un regulador de carga. Estos pequeños sistemas suministran energía para iluminación, radio y TV, cubriendo las necesidades realmente básicas de los campesinos. El costo actual de este sistema es del orden de US \$1 200 a 1 500, afectado principalmente por los elevados costos de instalación en las zonas remotas.

Durante los últimos años, se han instalado muchos más sistemas en los programas de electrificación rural, con fuerte financiación del Estado, haciendo uso actualmente de recursos como el FAZNI (Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas). El IPSE (Instituto para la Promoción de Soluciones Energéticas) es en la actualidad la institución que lidera las acciones del Estado en la energización del campo colombiano. Según esta institución hay en la actualidad más de 15 000 sistemas instalados para estas aplicaciones. Pero, además, el IPSE tiene en desarrollo soluciones innovadoras como sistemas híbridos, en donde se combinan por ejemplo la energía solar fotovoltaica y las plantas diésel, para reducir los costos de generación del Diesel y emplear el generador diésel como respaldo.

El mercado de sistemas solares fotovoltaicos tuvo su boom hacia finales de los años ochenta con el programa de telecomunicaciones rurales de Teleco; las conocidas dificultades de orden público de la década de 90 frenaron el desarrollo del mercado, que aún se puede estimar en el orden de 300 kW por año. Si se consideran 30 años de desarrollo de este mercado, entonces la potencia instalada sería del orden de 9 MWp.

La generación de electricidad con energía solar tiene, entonces, enormes perspectivas, teniendo en cuenta que en Colombia cerca de 1 millón de familias carecen del servicio de energía eléctrica en el sector rural.

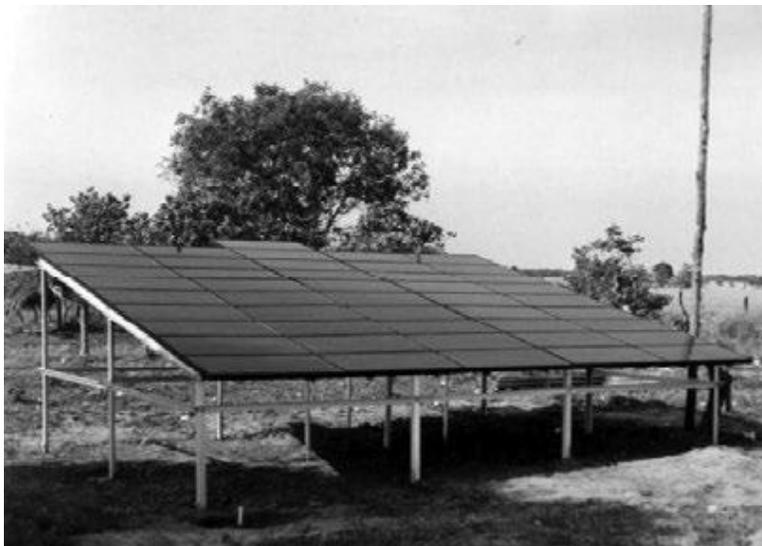


Figura 5. Sistema solar de 2.8 kWp instalado por el antiguo ICel (Instituto Colombiano de energía eléctrica, hoy IPSe) en la Venturosa, Vichada, en 1996. Suministra energía a 120 V AC a una comunidad de 12 familias y centro escolar. (Rodríguez, 2009)

### Definición de variables críticas para la instalación de sistemas solares fotovoltaicos.

Las variables críticas son aquellas que son de vital importancia al momento de identificar el tipo de sistema solar fotovoltaico que se desea instalar, la eficiencia que tendrá, así mismo permite identificar factores geográficos o topográficos que pueden afectar el sistema.

Tabla 1. Variables críticas para instalación de sistemas solares fotovoltaicos

Variable	Unidades
Radiación Solar	kWh/m <sup>2</sup> /día
Brillo Solar	Horas/día
Eficiencia	%
Voltaje	V
Temperatura	°C
Vida Útil	Años
Potencia	W/hora

Fuente: (Esteves, J 2018. identificación de los factores críticos para la implementación de sistemas solares fotovoltaicos en Colombia)

#### 9.2.1 Radiación solar.

Es el flujo de energía emitida por el sol en forma de ondas electromagnéticas, siendo estas ondas de diferentes tamaños, el sol emite estas radiaciones electromagnéticas a

una temperatura de 325 °C aproximadamente. La radiación solar se distribuye desde el infrarrojo hasta el ultravioleta. Solo parte de la radiación que emite el Sol llega a la Tierra, debido a la existencia de las capas atmosféricas especialmente la capa de ozono, el mismo que bloquea las ondas más cortas llamadas ultravioletas, la radiación solar que llega a la Tierra tiene su magnitud de medida llamada “irradiancia”. (Bejarano & Ángel, 2011, p. 21).

#### 9.2.2 Brillo solar.

El brillo solar hace referencia al número de horas en las que se puede aprovechar la radiación solar en un día. Colombia al ser un país ubicado en la zona de confluencia intertropical y contar con regiones en neotrópico lo que hace que durante los meses de enero a diciembre presente variaciones entre 2 a 10 horas de brillo solar dependiendo la variabilidad climática de épocas de invierno y verano; según el atlas de radiación solar de Colombia elaborado por la Unidad de planeación minero-energética UPME y el Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales IDEAM.

#### 9.2.3 Eficiencia.

Como definición la eficiencia es la capacidad de lograr o cumplir adecuadamente una tarea o función para la cual un producto está diseñado. Las celdas o paneles fotovoltaicos son equipos que presentan eficiencias relativamente bajas entre el 10 y 20 %. Para los autores estudiados una celda fotovoltaica óptima es aquella que presenta una eficiencia del 16% sin embargo puede manejarse un rango de mínimo y máximo de 14,8 a 17,6% de eficiencia.

#### 9.2.4 Voltaje.

Es el potencial eléctrico que puede ser aprovechado en los sistemas comunes de las viviendas, electrodomésticos entre otros, para el buen funcionamiento de los sistemas solares fotovoltaicos se debe establecer el voltaje requerido en los sistemas más comunes basado en los autores el valor mínimo y máximo del voltaje es 12 y 48 V respectivamente; de igual forma el valor medio estimado para la instalación de un sistema es de 28.3 voltios.

#### 9.2.5 Temperatura.

Permite determinar el grado o nivel térmico de un cuerpo de la atmósfera, los paneles solares fotovoltaicos tienden a funcionar en regiones donde no existan climas o temperaturas extremas, pues al presentar cambios drásticos pueden alterar o inclusive dañar el funcionamiento de los equipos, para los autores un sistema solar fotovoltaico óptimo es aquel que trabaja en condiciones mínimas y máximas de 15 a 32°C con una condición óptima en los 24°C. Según Pabón-Caicedo, Eslava-Ramírez, & Gómez-Torres, 2007, en el informe de generalidades de la distribución espacial y temporal de la temperatura del aire y la precipitación en Colombia la temperatura bajo un modelo de regresión entre la temperatura anual y la altitud se comporta de la siguiente forma:

*Tabla 2. Temperatura media anual en Colombia, por regiones*

Región	Temperatura °C
1. Caribe	28.1
2. Andina	29.3
2.1 Catatumbo	28.4
2.2 Magdalena	29.6
2.3 Cauca	29.4
3. Orinoquia	27.4
4. Amazonia	26.5
5. Pacífico	26.2

Fuente: Generalidades de la distribución espacial y temporal de la temperatura del aire y la precipitación en Colombia

En base a los datos de la tabla 2, Colombia cuenta con la temperatura adecuada para instalar sistemas solares fotovoltaicos en sus diferentes regiones.

#### 9.2.6 Vida Útil

La vida útil es el tiempo estimado de duración del panel solar y los equipos que requiere el sistema, según estimaciones de (Pabón-Caicedo, Eslava-Ramírez, & Gómez-Torres, 2007) un buen sistema puede obtener una duración de 25 años un mínimo de 10 años y un valor óptimo de 20 años para el sistema.

#### 9.2.7 Potencia

Es la cantidad de trabajo efectuando por unidad de tiempo, los requerimientos de los sistemas son independientes basados en los equipos que el sistema va a alimentar, los autores plantean rangos de acción de potencia mínimo y máximo desde 60 a 300 Wh un valor óptimo de 157,63.

## **9.2 CARACTERIZACIÓN ZONA DE ESTUDIO**

### **LOCALIZACIÓN.**

El Municipio de Chipaque se localiza al Oriente del Departamento de Cundinamarca en la provincia Oriente, tiene una superficie de 13.000 hectáreas y está conformado por 25 veredas, tiene una población total de 8191 habitantes y una densidad de población de 63,0 hab./km<sup>2</sup>,

### **LÍMITES.**

Chipaque, limita por el norte con el Municipio de Ubaque, al sur con Une, al oriente con los Municipios de Cáqueza y Une y al occidente con Bogotá, (Alcaldía Chipaque 2022)

### **COORDENADAS.**

Latitud: 4.44294  
Longitud: -74.0445  
Latitud: 4° 26' 35" Norte  
Longitud: 74° 2' 40" Oeste

### **PENDIENTES DEL TERRENO.**

Su topografía se caracteriza por predominio de moderadas y fuertes pendientes que van del 5% terreno plano, 30% terreno ondulado y el 65% terreno inclinado.

### **CLIMA Y METEOROLOGÍA.**

Chipaque presenta tres pisos térmicos los cuales se definen como clima medio de 2000 has, clima frío 7800 ha y páramo 4600 has, la altura promedio del casco urbano es de 2470 m.s.n.m.

Los meses de enero, abril, mayo y junio presentan temperaturas superiores con respecto a los otros meses de 14°C a 15° C.; en el área de Chipaque el promedio anual de precipitaciones es de 815 mm. Se definen dos periodos durante el año uno lluvioso, que comprende de abril a noviembre con el 86.6% del total anual y uno seco de diciembre a marzo con el 12.4%.

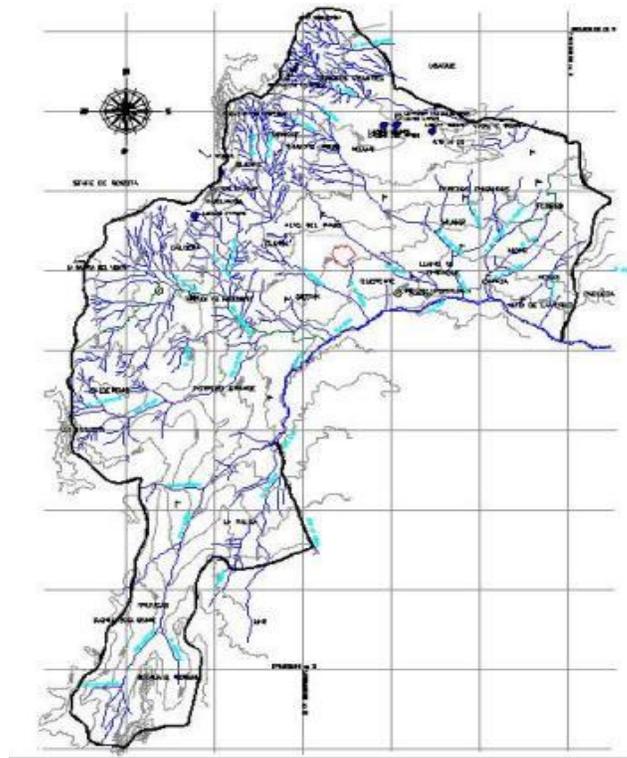


Figura 6: Mapa físico de Chipaque Fuente: EOT Chipaque Cundinamarca

## **NIVELES DE RADIACIÓN DEL MUNICIPIO CHIPAQUE PARA VIABILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PANEL SOLAR EN EL MUNICIPIO**

La energía eléctrica generada mediante paneles solares fotovoltaicos es inagotable y no contamina, por lo que contribuye al desarrollo sostenible. Además, puede aprovecharse de dos maneras diferentes: venderse a la red eléctrica o puede ser consumida en lugares aislados donde no existe una red eléctrica convencional, para el caso de Chipaque Cundinamarca se evidencia que el Municipio tiene un alto promedio de radiación lo cual garantiza los valores mínimos establecidos para la implementación de paneles fotovoltaicos en la zona



*Figura 7: Potencial de energía solar fotovoltaica en Colombia.*

Fuente: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar>

## 10. MARCO LEGAL.

- Naciones Unidas, (2015) Acuerdo de París, El cual busca reducir sustancialmente las emisiones de gases de efecto invernadero para limitar el aumento de la temperatura global
- Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, Pacto por Colombia; Pacto por la equidad el cual establece los retos y metas en el sector de Energía y minas para la implementación de energías renovables
- Constitución política de Colombia (1991) Art. 365, Cap. IV (De la finalidad social del estado y de los servicios públicos). el cual establece la regulación y vigilancia de los servicios públicos.
- Ley 1715 de 2014 del Congreso de Colombia la cual regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional
- Ley 1151 de 2007 Promoción de proyectos piloto de generación de energía eléctrica que estén soportados en la implementación de tecnologías que utilicen fuentes de energía alternativa
- Ley 697 de 2001 Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía y se promueve la utilización de energías alternativas
- Norma Técnica Colombiana 2775 y Norma Técnica Colombiana 1736, la cual establece las definiciones relacionadas con las instalaciones solares fotovoltaicas.
- Norma Técnica Colombiana 2883 la cual define las características y las especificaciones para los paneles solares fotovoltaicos.
- Norma Técnica Colombiana 2959 y Norma técnica colombiana 5287 la cual define las características y las especificaciones para las baterías solares fotovoltaicas.
- Norma Técnica Colombiana 4405; la cual define la Eficiencia Energética y evalúa los sistemas solares fotovoltaicos y su componente
- Guía Técnica Colombiana 114 y Código eléctrico colombiano 2050:2020 el cual define las características y las especificaciones para las instalaciones solares fotovoltaicas.
- IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología de Estudios Ambientales; establece los parámetros ambientales técnicos que viabilizan la ejecución de energías solares fotovoltaicas.



## 11. METODOLOGÍA

La metodología es una teoría de la investigación científica, Palella y Martins (2012), señalan que, desde un punto de vista semántico, “el término significa tratado del método”. Como tal se entiende que es una guía procedimental, producto de la reflexión, que provee pautas lógicas generales pertinentes para desarrollar y coordinar operaciones destinadas a la consecución de objetivos intelectuales o materiales del modo más eficaz posible.

A lo largo de la historia de la ciencia han surgido diversas corrientes de pensamientos, y diversos marcos interpretativos, como el realismo y el constructivismo, que han abierto diferentes rutas en la búsqueda del conocimiento. Sin embargo, desde el siglo pasado, tales corrientes se “popularizaron” en dos aproximaciones principales de la investigación: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo. Ambos enfoques emplean procesos cuidadosos, metódicos y empíricos en su esfuerzo para generar conocimiento, utilizan cinco estrategias similares y relacionadas entre sí (Hernández, Fernández y Baptista (2014)):

1. Llevan a cabo la observación y evaluación de fenómenos.
2. Establecen suposiciones o ideas como consecuencia de la observación y evaluación realizadas.
3. Demuestran el grado en que las suposiciones o ideas sobre la base de las pruebas o del análisis.
4. Revisan tales suposiciones o ideas sobre la base de las pruebas o análisis.
5. Proponen nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, modificar y fundamentar las suposiciones e ideas o incluso para generar otras.

A pesar de que ambos enfoques comparten esas estrategias generales, cada uno tiene sus propias características.

## **12. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

El enfoque cuantitativo, según Palella y Martins (2012) se caracteriza por privilegiar el dato como esencia sustancial de su argumentación, siendo el dato la expresión concreta que simboliza una realidad. Esta afirmación se sustenta en el principio de que lo que no se puede medir no es digno de credibilidad. Por ello, todo debe estar soportado en el número, en el dato estadístico que aproxima a la manifestación del fenómeno. En este sentido, se puede afirmar, que la presente investigación es de enfoque cuantitativo, ya que al desarrollar un conocimiento acerca de las energías renovables como alternativa a la dependencia energética en las zonas rurales se aplicaran técnicas, métodos, prácticas y teorías para obtener datos pertinentes al objeto de investigación, que en su cuantificación y análisis permitan determinar la viabilidad de una propuesta para su aplicación.

## **13. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Según Arias (1999), el diseño de investigaciones es la estrategia que adopta el investigador para responder al problema planteado, con el fin de recolectar la información necesaria para responder a las preguntas de investigación”. En atención al diseño, la investigación se clasifica en: documental, de campo y experimental. Es por ello que en el presente trabajo el diseño de la investigación es de campo ya que se basa en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes (Arias, 2006). Se recolectó toda la información necesaria en cuanto a los datos mínimos de radiación solar para la implementación de este tipo de energía renovables, así como también datos de consumo energético promedio mensual y costos de este consumo para estimar la capacidad de demanda del sistema fotovoltaico.

## **14. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN**

El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno. La investigación proyectiva, consiste en la elaboración de una

propuesta, un plan, un programa o un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento. La investigación proyectiva se ocupa de cómo deberían ser las cosas, para alcanzar unos fines y funcionar adecuadamente. Esta misma involucra creación, diseño, elaboración de planes, o de proyectos (Hurtado, 2010).

De acuerdo a lo anterior, se puede decir que el trabajo se ubica como investigación proyectiva, ya que se desarrollará un plan a partir del diagnóstico preciso de las necesidades del momento, para abordar la evaluación de energía solar fotovoltaica como alternativa a la dependencia energética tradicional

## **15. Población y Muestra.**

### **15.1 Población.**

Según Arias (2012), una característica del conocimiento científico es la generalidad, de allí que la ciencia se preocupe por extender sus resultados de manera que sean aplicables, no sólo a uno o a pocos casos, sino que sean aplicables a muchos casos similares o de la misma clase. En este sentido, una investigación puede tener como propósito el estudio de un conjunto numeroso de objetos, individuos, e incluso documentos. A dicho conjunto se le denomina población.

La población, o en términos más precisos población objetivo, según Arias (2012), es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio.

Por consiguiente, el marco poblacional sujeto a estudio corresponde al sector rural del Municipio de Chipaque Cundinamarca.

#### 15.1.1 Población finita

Agrupación en la que se conoce la cantidad de unidades que la integran. Además, existe un registro documental de dichas unidades. Arias (2012). Por lo tanto, se considera

como población finita a la zona rural de la Vereda Llano de Chipaque, debido a que se conoce la cantidad de familias que la integran, es decir, cuenta con una población estimada de 250 familias que hacen vida en este sector.

### **15.2 Muestra.**

Cuando por diversas razones resulta imposible abarcar la totalidad de los elementos que conforman la población accesible, se recurre a la selección de una muestra. La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible. En este sentido, una muestra representativa es aquella que por su tamaño y características similares a las del conjunto, permite hacer inferencias o generalizar los resultados al resto de la población con un margen de error conocido. Para seleccionar la muestra se utiliza una técnica o procedimiento denominado muestreo. Existen dos tipos básicos de muestreo: Probabilístico o Aleatorio y No Probabilístico. Arias (2012). Por consiguiente, es posible reducir las familias que se seleccionarán para conformar el subgrupo que se llamará muestra, esta muestra es elegida con la intención de conocer la opinión acerca de las energías solar fotovoltaica como alternativa a la dependencia energética en las zonas rurales

## **16. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener información. Son ejemplos de técnicas, la observación directa, la encuesta en sus dos modalidades (entrevista o cuestionario), el análisis documental, análisis de contenido. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 260). Por otra parte, un instrumento de recolección de datos es, en principio, cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información” (Sabino, 1992, p.114).

En tal sentido, en esta investigación se utilizó un diseño bibliográfico, a través, de técnicas de recopilación o investigación documental basada en artículos, informes de investigación, bases de datos para análisis estadísticos, políticas públicas y privadas a nivel nacional e internacional, así mismo, se realizó un muestreo aleatorio simple con el fin de

recolectar información de la población de estudio de forma directa y a través de una entrevista personal asistida por computadora (CAPI)

Finalmente, para el tratamiento e interpretación de datos se usarán métodos estadísticos y paquetes office para la consolidación de la información.

## 16.1. INSTRUMENTO

El Instrumento se realizó mediante un formulario Web, a través de la aplicación de Google y consta de 9 preguntas que permite conocer la composición del núcleo familiar, el nivel de conocimiento y receptividad antes los sistemas de energía alternativos, el costo y consumo de energía actual y el grado de satisfacción del servicio actual.

9/4/23, 23:32 ENCUESTA DE CONSUMO ENERGÉTICO

### ENCUESTA DE CONSUMO ENERGÉTICO

Recolección datos de consumo energético, expectativas y conocimiento sobre energías alternativas

jesandjo2910@gmail.com [Cambiar de cuenta](#)



\*Obligatorio

**Correo \***

Tu dirección de correo electrónico

**NOMBRE Y APELLIDO \***

Tu respuesta

**INTEGRANTES DE SU NÚCLEO FAMILIAR \***

1 A 3

3 A 5

MAS DE 5







CANTIDAD DE BOMBILLOS \*

Tu respuesta

COSTO PROMEDIO DE SU RECIBO DE ENERGIA \*

Tu respuesta

¿ESTÁ SATISFECHO CON EL SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA ? \*

- SI
- NO
- NO RESPONDE

¿CONSIDERA QUE EL COSTO DE SU FACTURA ES PROPORCIONAL AL SERVICIO PRESTADO?

- SI
- NO

¿CONOCE LOS SISTEMAS ENERGÍA ALTERNATIVOS? \*

- SI
- NO

¿ESTARIA DISPUESTO A IMPLEMENTAR EL SERVICIO POR PANELES SOLARES EN SU CASA? \*

SI

NO

Enviar

Borrar formulario

## Formularios

Figura 8: Encuesta Consumo Energético.  
Fuente: Elaboración propia

## 17. ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se encuentra dividida en 4 fases de trabajo, que se efectuarán en un tiempo de 3 meses, el mismo permitirá evaluar la implementación de la energía solar fotovoltaica como alternativa a la dependencia energética de la zona rural del Municipio de Chipaque Cundinamarca.

FASES	OBJETIVOS	ACTIVIDADES	MESES DE TRABAJO												
			MES 1				MES 2				MES 2				
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
FASE 1	Caracterización del consumo de electricidad	Revisión documental del estado del arte sobre proyectos de energía solar a nivel internacional, nacional y local.	■	■	■										
		Entrevista con los residentes participantes en el estudio				■									
		Diagnóstico al estado del sistema eléctrico de la casa de interés.					■								
Fase 2	Identificación de parámetros	Descripción del consumo eléctrico de los electrodomésticos y aparatos electrónicos.							■						
		Listado de especificaciones de materiales y recursos a utilizar en los paneles fotovoltaicos								■					
		Cálculo del tiempo de retorno de la inversión.									■				
Fase 3	Identificación de costo-beneficio	Análisis del costo beneficio de la implementación de los paneles fotovoltaicos									■	■			
Fase 4	Propuesta de implementación	Elaboración de la propuesta de paneles fotovoltaicos												■	■

Figura 9: Cronograma de actividades.  
Fuente: Elaboración propia

## 18. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se implementan las distintas fases planteadas para la evaluación de energía solar fotovoltaica como energía alternativa

### 18.1 CARACTERIZACIÓN DE LA RADIACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO

El municipio Chipaque de acuerdo a información de mapas de radiación del IDEAM se encuentra en la escala de (4,0-4,5 kWh/m<sup>2</sup>) lo cual garantiza el mínimo exigido para la utilización de paneles fotovoltaicos como energía alternativa

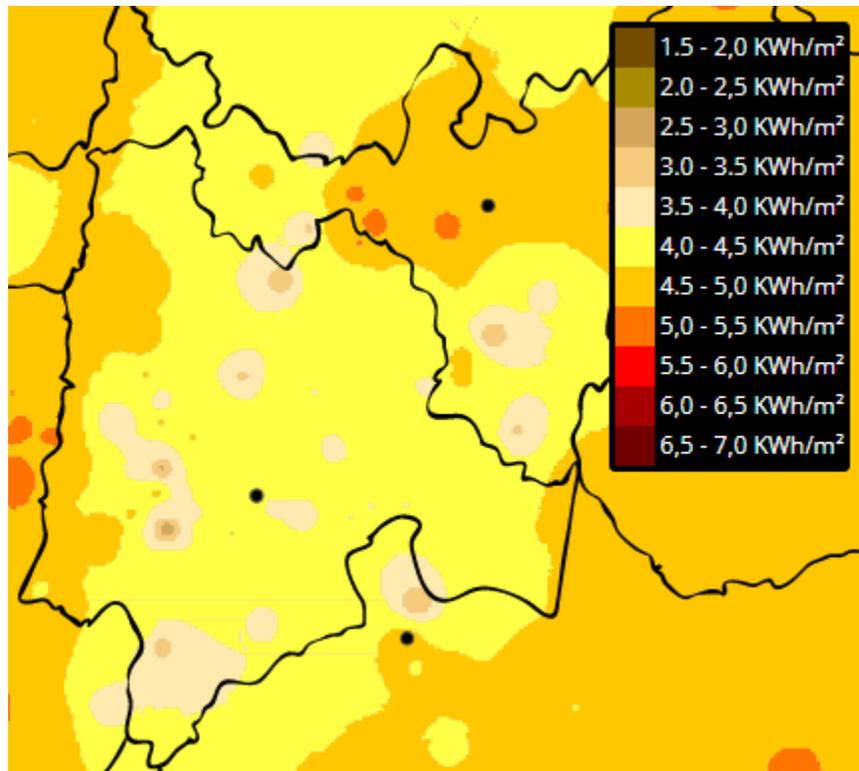
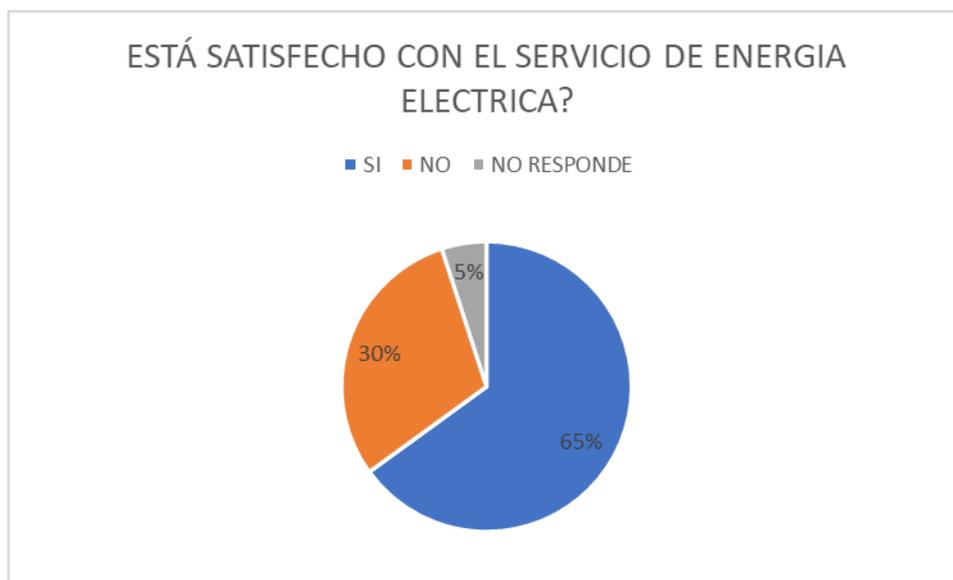


Figura 10: Potencial de energía solar fotovoltaica Chipaque Cundinamarca.  
Fuente: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar>

## 18.2 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ENCUESTA

Con el fin de indagar sobre las condiciones de los habitantes del sector Chipaque sobre el servicio de energía eléctrica y sus conocimientos hacia las energías alternativas, se seleccionaron 20 casas para hacer el estudio respectivo.

Entre los datos más destacados se pudo obtener que el 65% de los entrevistados no está satisfecho con el servicio de energía que usa actualmente y que el costo del servicio es alto a pesar de su alcance, por otra parte, el 80% de los encuestados desconocen sobre el tema de energías alternativas y una vez explicado mostraron gran interés para aplicarlas en sus viviendas



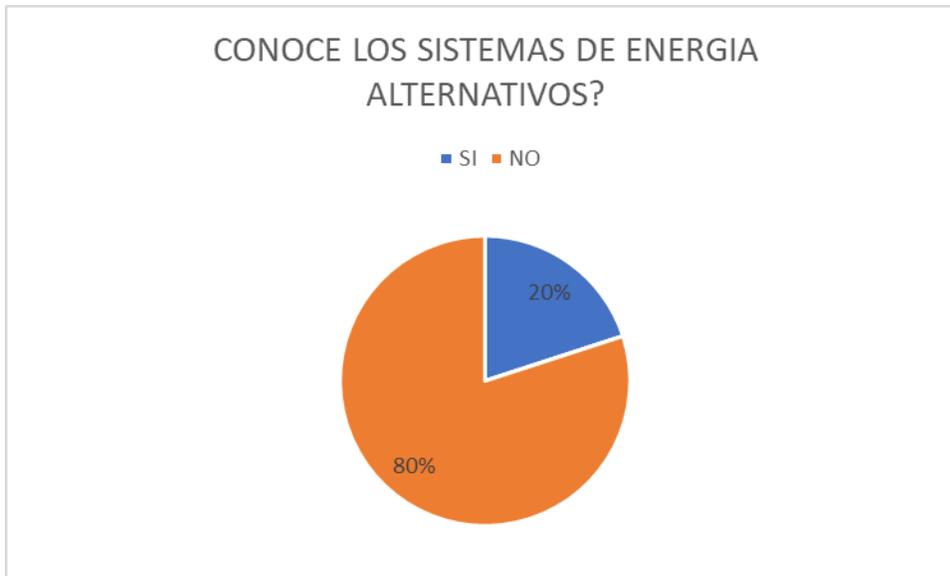
*Figura 11: Resultados de Encuesta.*  
Fuente: Fuente de Elaboración Propia



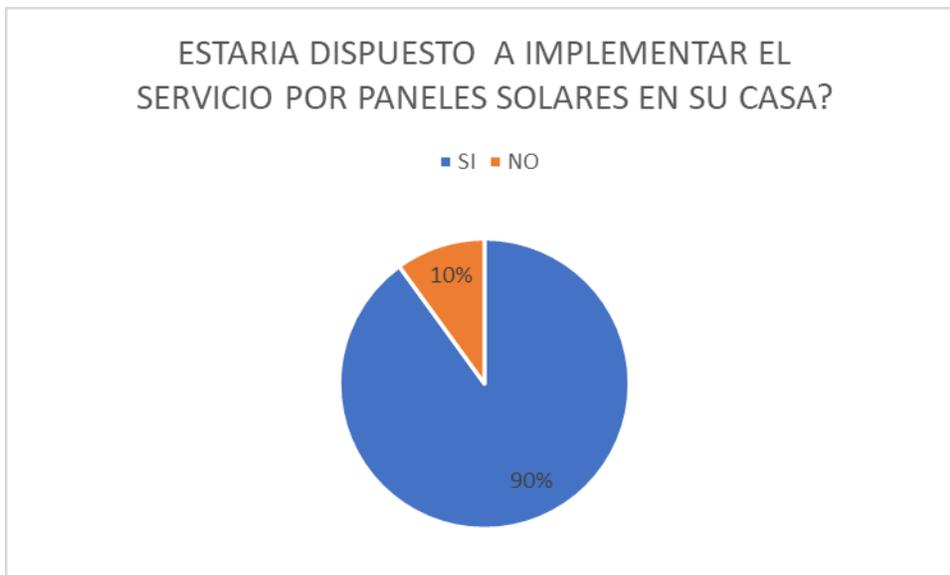
*Figura 12: Resultados de Encuesta.*  
Fuente: Fuente de Elaboración Propia



*Figura 13: Resultados de Encuesta.*  
Fuente: Fuente de Elaboración Propia



*Figura 14: Resultados de Encuesta.*  
Fuente: Fuente de Elaboración Propia



*Figura 15: Resultados de Encuesta.*  
Fuente: Fuente de Elaboración Propia

### 18.3 DESCRIPCIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO

Para calcular las especificaciones del sistema de paneles solares a implementar, se realizó un análisis del consumo energético del último mes (en la zona el recibo de la energía es bimensual).

ITEM	ELEMENTO	CANTIDAD
1	TV'S	4
2	EQUIPO DE SONIDO	1
3	DECODIFICADORES/MODEM	3
4	DVD	1
5	COMPUTADORES	1
6	CELULARES	2
7	NEVERA	2
8	LICUADORA	1
9	HORNO MICROONDAS	1
10	DUCHA ELECTRICA	2
11	LAVADORA	1
12	PLANCHA	1
13	BOMBILLOS	35

Figura 16: Resultados de Encuesta.

Fuente: Fuente de Elaboración Propia

De acuerdo con los aparatos y electrodomésticos descritos en la tabla con que actualmente cuenta por casa, el consumo promedio es de 320 kwh por un valor bimensual de \$ 212.590 (160 kwh mensual)



Figura 17: Fotografía recibo energía.

Fuente: Fuente Vivienda encuestada

## 19. PROPUESTA

De acuerdo al promedio de carga que requiere una vivienda promedio de la zona de estudio para satisfacer las necesidades diarias, se plantean dos kits solares un sistema aislado y otro sistema hibrido ambos están conformados por baterías solares, controladores de carga solar, inversor, solar y estructuras para el soporte del panel

### 19.2. PROPUESTA KIT SOLAR 1

Se utilizan en lugares que están fuera del alcance de la red eléctrica y están compuestos de paneles solares, baterías e inversor. Estos kits son utilizados para suministrar electricidad en viviendas donde no tengan suministro eléctrico. Esta propuesta en promedio genera mensualmente 114 kwh, optimizando los consumos de la vivienda se podría ajustar a los requerimientos que demanda la unidad familiar



**solenc** 

**KIT SOLAR HOGAR PLUS**

ESPECIFICACIONES	COMPONENTES	
POTENCIA GENERADA	3900 WH/DÍA	4 PANELES SOLARES
VOLTAGE DE TRABAJO	24 VDC-110 VAC	1 CONTROLADOR DE CARGA
SALIDAS	(2) 5 VDC (2) 12 VDC (2) 110 VAC	8 BATERÍAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>La potencia generada se calcula con 100 horas por solar estándar, dependiendo del lugar de uso, es posible que la generación se aumente.</li> <li>Caja de conexiones con 100 terminales para instalación en el exterior.</li> </ul>	1 INVERSOR ONDA PURA	
<b>APLICACIONES</b> ILUMINACIÓN, CARGA DE CELULAR, CARGA DE PC PORTÁTIL, TV, RADIO, REFRIGERADOR, LAVADORA, VENTILADORES.	<b>Sirve para:</b> 4 s.s. de TELEVISIÓN, 7 CARGAS DE CELULAR, 10 s. de MÚSICA, 2 CARGAS DE PC PORTÁTIL, 7 BARRILLOS POR 6 s., REFRIGERADOR 24h, 3 VENTILADORES POR 6h, 2 A 3 CARGAS DE LAVADORA POR SEMANA.	

**Kit solar aislado hogar plus**  
\$17,900,000.00

**CONVIERTE TU HOGAR A SOLAR!**  
DISFRUTA DEL ACCESO A LA ENERGÍA EN CUALQUIER LUGAR, IDEAL PARA FINCAS Y CASAS DE CAMPO

**APROVECHA LA ENERGÍA GRATIS E INAGOTABLE DEL SOL PARA:**

- VENTILAR E ILUMINAR TUS ESPACIOS DE TRABAJO O DESCANSO
- RECARGAR EL CELU O GADGETS
- UTILIZAR TU COMPUTADOR PORTÁTIL
- VER TUS PROGRAMAS FAVORITOS DE TELEVISIÓN
- MANTENER TUS ALIMENTOS Y BEBIDAS FRÍAS
- REALIZAR EL LAVADO DE TU ROPA
- DISFRUTAR DE HORAS DE MÚSICA
- PLUG AND PLAY, FÁCIL Y RÁPIDO!

Figura 18: Fotografía kit aislado.  
Fuente: Fuente ingeniería sustentable

### 19.3. PROPUESTA KIT SOLAR 2.

Se tratan de instalaciones solares que tienen la posibilidad de ser usadas con o sin baterías. De esta forma, tenemos la posibilidad de beneficiarnos de un kit conectado a la red, que es más barato, omitiendo las baterías y pudiendo verter el excedente a la red, ganando dinero con ello. Por otro lado, estas instalaciones solares también cuentan con la capacidad de transformarse en un kit de autoconsumo con baterías, aislándonos al completo y siendo independientes energéticamente.

Esta propuesta en promedio genera mensualmente 156 kwh, es ajustable y puede ser una opción viable para generar energía alterna a la red que suministra a la vivienda.

**Kit Energía Solar Hogar Híbrido Light Off - On Grid Ups Baterías**  
\$10,990,000.00

APROVECHA EL SOL PARA MANTENER TU HOGAR ENERGIZADO!

AHORRA Y DISFRUTA DEL ACCESO A LA ENERGÍA GRACIAS A ESTE KIT HIBRIDO CON TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA, IDEAL PARA FINCAS, CASAS DE CAMPO O CIUDAD. APROVECHA LA ENERGÍA GRATIS E INAGOTABLE DEL SOL PARA:

- VENTILAR E ILUMINAR TUS ESPACIOS DE TRABAJO O DESCANSO
- RECARGAR EL CELU O GADGETS
- UTILIZAR TU COMPUTADOR PORTATIL
- VER TUS PROGRAMAS FAVORITOS DE TELEVISIÓN
- MANTENER TUS ALIMENTOS Y BEBIDAS FRÍAS
- DISFRUTAR DE 1 HORA DE AUTONOMIA A FULL CARGA POR CORTES DE ENERGÍA

Figura 19: Fotografía kit Energía solar hogar híbrido.

Fuente: Fuente ingeniería sustentable

## 20. RETORNO DE LA INVERSIÓN.

PROPUESTA	COSTO	CAPACIDAD	VALOR KW/H
KIT SOLAR 1 (Aislado)	\$ 17.900.000	114 kwh	\$ 157.017
KIT SOLAR 2 (Híbrido)	\$ 10.990.000	156 kwh	\$ 69.871

Tabla 3. Análisis de propuestas.

Fuente: Elaboración propia.

Realizando el análisis para las propuestas del KIT SOLAR y basándonos en la información de la figura 17, tenemos:

- El consumo promedio mensual de la vivienda es de 170,5 kw/h.
- El valor del consumo es de \$ 731.0358 por cada kilovatio por hora consumido, que corresponde a una vivienda rural estrato 3.
- El ahorro de dinero mensual con la implementación de cualquiera de los KIT SOLAR es de \$124.641,6 pesos ( $\$ 731,0358 \times 170,5 \text{ kw/h}$ ) valor consumo por promedio de consumo.
- Si la vida útil de los paneles es de 25 años, el ahorro generado en el tiempo es de \$ 37'392.480 ( $300 \times \$ 124.641,6$ ).

Para el KIT SOLAR 1(sistema aislado) encontramos el siguiente análisis.

1. Para cubrir la demanda de energía total de la casa, se requiere la disponibilidad de \$ 26'771.398,5 pesos, que se da del consumo promedio (170,5 kw/h) por el valor del kw/h del kit solar 1 (\$157.017).
2. Para el retorno de la inversión y esperando que el costo del consumo del interconectado no sufra variaciones tenemos que en aproximadamente 17,9 años la inversión se retorna. ( $\$ 26'771.398,5 / (\$ 124.641,6 \times 12 \text{ meses})$ )
3. La suma que se ahorra en el tiempo de servicio de los paneles es de \$ 10'621.081,5 pero se ve comprometida con los gastos de revisión de la instalación eléctrica en la casa, adecuación de espacios para instalación de los equipos, mantenimientos periódicos y cambio de baterías (duración de 2-3 años). Lo que reduce en consideración la utilidad que se pueda generar con la implementación de este kit solar.

Para el KIT SOLAR 2 (sistema hibrido), tenemos:

1. Para cubrir la demanda de energía total de la casa, se requiere la disponibilidad de \$ 11'913.005,5 pesos, que se da del consumo promedio (170,5 kw/h) por el valor del kw/h del kit solar 2 (\$ 69.871).
2. Para el retorno de la inversión y esperando que el costo del consumo del interconectado no sufra variaciones tenemos que en aproximadamente 8 años la inversión se retorna. ( $\$ 11'913.005,5 / (\$ 124.641,6 \times 12 \text{ meses})$ ).
3. La suma que se ahorra en el tiempo de servicio de los paneles es de \$ 25'479.474,5 que cubre totalmente los gastos de revisión de la instalación eléctrica en la casa, adecuación de espacios para instalación de los equipos, mantenimientos periódicos y cambio de baterías (duración de 2-3 años). La implementación de este kit solar es la más óptima, ya que nos genera un retorno de dinero considerable en un menor tiempo, es menor la inversión y considera en el tiempo gastos de mantenimiento, pero su desventaja es la autonomía cuando no tiene carga constante, ya que es de una hora.

## **21. CONCLUSIONES**

En la actualidad los proyectos de energías renovables han tenido una gran demanda en el territorio nacional, grandes empresas e industrias han realizado millonarias inversiones en la construcción de parques solares con el fin de abarcar la demanda energética actual, el territorio nacional permite que los estos proyectos sean potencialmente viables gracias a la ubicación geográfica, la variedad de climas y el relieve que se encuentra en el país, lo que permite garantizar los estándares mínimos para su aplicación.

A pesar de que hay tratados firmados por parte del gobierno nacional aún las políticas públicas no son suficientes para garantizar el suministro de energía en las zonas no interconectadas y vulnerables del país; con este estudio se demuestra que un sistema fotovoltaico es óptimo para suplir las necesidades mínimas de consumo de una unidad familiar, pero éste sigue teniendo un costo elevado, que no es de fácil acceso para una población vulnerable o de escasos recursos.

Debemos orientar esfuerzos con entidades gubernamentales del orden nacional, departamental y territorial para lograr la financiación de este tipo de iniciativas que contribuyen a la mejora de la calidad de vida de las poblaciones vulnerables y aporta al desarrollo sostenible del país.

## **22. RECOMENDACIONES**

Se recomienda implementar la cultura formativa e informativa a nivel nacional regional y local sobre energía solar fotovoltaica, como alternativa a la dependencia de sistemas tradicionales, teniendo en cuenta los beneficios económicos, ecológicos y constructivos que contribuyen al mejoramiento de la calidad de vida de las personas que no posean acceso a este recurso.

La implementación de un sistema híbrido nos proporciona retornos de inversión en menor tiempo, menor cantidad de inversión inicial y aporta a la disminución de la factura en del sistema interconectado, haciéndolo el sistema fotovoltaico más completo del mercado; siendo su única desventaja la autonomía de carga full, que solo se reduce a una hora en casos donde no se realiza carga de alguna fuente.

Finalmente, es necesario proponer a los entes gubernamentales encargados de generar política pública, la promoción y financiación de este tipo de proyectos, ya que posee un gran potencial que está siendo subutilizado y que cuenta con todas las herramientas para ser ejecutado en la mayoría del territorio nacional.

### 23. LISTA DE REFERENCIAS.

- Acosta, J. (2020). “Los paneles fotovoltaicos como alternativa de generación de electricidad en una zona residencial de Cartagena - Colombia”, 9.
- Arias F. (1999). El Proyecto De La Investigación. Editorial Episteme. [Texto en Línea]. Disponible: <https://es.slideshare.net/brendalozada/el-%20proyecto-de-investigacion-fidias-arias-3ra-edicion> [Consulta: 2023, Marzo].
- Apolonio (2019) <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/106075>
- AutoSolar [https://autosolar.co/kits-solares?utm\\_source=Google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=busqueda-kits-solares&utm\\_content=kit-solar&gclid=CjwKCAjw586hBhBrEiwAQYEnHXEzDkh48tzXsxmJ\\_4gl0mt5PBTt8jxLoot0YGKI8kRkxRXw9Coy7hoCK-kQAvD\\_BwE&gelsrc=aw.ds](https://autosolar.co/kits-solares?utm_source=Google&utm_medium=cpc&utm_campaign=busqueda-kits-solares&utm_content=kit-solar&gclid=CjwKCAjw586hBhBrEiwAQYEnHXEzDkh48tzXsxmJ_4gl0mt5PBTt8jxLoot0YGKI8kRkxRXw9Coy7hoCK-kQAvD_BwE&gelsrc=aw.ds)
- Caracntón,A. (2021). “Formulación de Proyecto de Energía solar Fotovoltaica para zonas rurales no interconectadas en el Municipio de Guateque-boyaca. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/27640/CarantontellezAnyiLorena2021.pdf?isAllowed=y&sequence=5> 33,40
- Chávez, M. (2012). “Proyecto de factibilidad para uso de paneles solares en generación fotovoltaica de electricidad en el complejo habitacional ‘San Antonio’ de Riobamba.” 18.
- Código eléctrico Colombiano NTC 2050:2020 <https://docplayer.es/14941678-Codigo-electrico-colombiano-norma-tecnica-colombiana-2050-ntc-2050.html>

- DPN, (2018), Demografía y población, Chipaque Cundinamarca, <http://orarbo.gov.co/apc-aa-files/a65cd60a57804f3f1d35afb36cfcf958/chipaque.pdf>
- DANE, (2022). Estadísticas Demografía y Población <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion>
- IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología de Estudios Ambientales, (2021) <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar>
- Flores, (2020). “Estado de la cobertura eléctrica y las zonas no interconectadas en la región central” <https://regioncentralrape.gov.co/wp-content/uploads/2020/05/Cpt017-ESTADO-DE-LA-COBERTURA-ELECTRICA-Y-LAS-ZONAS-NO-INTERCONECTADAS-EN-LA-REGIO%CC%81N-CENTRAL.pdf>
- Guía Técnica Colombiana 114, (2004) <https://biblioteca.minenergia.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=1464> {
- Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, Pacto por Colombia; Pacto por la equidad <https://www.dnp.gov.co/DNPN/Paginas/Plan-Nacional-de-Desarrollo.aspx>
- Constitución política de Colombia (1991) <http://www.secretariasenado.gov.co/constitucion-politica>
- Ley 1715 (2014). Congreso de Colombia <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=57353>
- Ley 1151 de (2007). <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=25932>
- Naciones Unidas, (2015) Acuerdo de París, [https://unfccc.int/sites/default/files/spanish\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf)
- Naciones Unidas, (2015), Objetivos de desarrollo sostenible, <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>.
- Norma Técnica Colombiana 2775 (1998= <https://biblioteca.minenergia.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=4938>

- Estrada, L. Muñoz A (2017). “Proyecto para la gestión de paneles solares en la vereda La Esperanza del municipio de Convención, Norte de Santander, Colombia”.
- Pesenca (1995). *Evaluación de sistemas fotovoltaicos en Colombia*. Bogotá: INEA (Instituto de Ciencias Nucleares y Energías Alternativas), 35, 85-94.
- Rodríguez, H (2009) “Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas”. 1-5
- Bejarano, B., & Ángel, N. (2011). Diseño de un Sistema de Generación Eléctrica Solar para la Iluminación Externa del Modular de la Escuela de Ingeniería en Ecoturismo. Recuperado a partir de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1884>.
- Pabón-Caicedo, J. D., Eslava-Ramírez, J. A., & Gómez-Torres, R. E. (2007). Generalidades de la distribución espacial y temporal de la temperatura del aire y de la precipitación en Colombia. *Meteorología colombiana*, 4, 47–59.
- Estéves, J., Ortiz, J., (2018). “Identificación de los factores críticos para la implementación de sistemas solares fotovoltaicos en Colombia”. 12-17  
<https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/19203>
- Eficiencia Energética, Norma técnica Colombiana 4405, (1998)  
[https://www.academia.edu/23212238/NORMA\\_T%C3%89CNICA\\_NTC\\_COLOMBIANA\\_4405\\_EFICIENCIA\\_ENERG%C3%89TICA\\_EVALUACI%C3%93N\\_DE\\_LA\\_EFICIENCIA\\_DE\\_LOS\\_SISTEMAS\\_SOLARES\\_FOTOVOLTAICOS\\_Y\\_SUS\\_COMPONENTES](https://www.academia.edu/23212238/NORMA_T%C3%89CNICA_NTC_COLOMBIANA_4405_EFICIENCIA_ENERG%C3%89TICA_EVALUACI%C3%93N_DE_LA_EFICIENCIA_DE_LOS_SISTEMAS_SOLARES_FOTOVOLTAICOS_Y_SUS_COMPONENTES)
- <https://mapasyestadisticas-cundinamarca-map.opendata.arcgis.com/documents/cundinamarca-map::municipio-de-chipaque/explore>
- Benjumea, D., Morales, D., & Duarte, S. (2020). Evaluación de la viabilidad para el proyecto de implementación de 50 kits solares fotovoltaicos en zonas rurales del municipio de Medio San Juan, Chocó. Universidad EAN.

- Blanco, S. (2017). Análisis de los aspectos técnicos e impactos socioeconómicos de sistemas de generación aislada, a partir de energía fotovoltaica en zonas no interconectadas de Colombia. Universidad Autónoma de Bucaramanga.
- Palella S, S. y Martins P, F. (2012). Metodología de la Investigación Cuantitativa. Caracas: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Hernández y otros (2003). Metodología de la Investigación (5ta ed.). Colombia: McGraw Hill. [Libro en físico].
- Sabino, C (1992). El Proceso De La Investigación. Editorial Panapo. [Texto en Línea]. Disponible: [http://paginas.ufm.edu/sabino/word/proceso\\_investigacion.pdf](http://paginas.ufm.edu/sabino/word/proceso_investigacion.pdf) [Consulta: 2023, febrero 19].
- <https://ingenieriasustentable.com/producto/kit-solar-aislado-hogar-plus/>
- <https://ingenieriasustentable.com/producto/kit-energia-solar-hogar-hibrido-light-off-on-grid-ups-baterias/>

Por intermedio del presente documento en mi calidad de autor o titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra que adjunto, titulada **Energía solar fotovoltaica como alternativa a la dependencia energética de la zona rural del municipio de Chipaque Cundinamarca.**, 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.

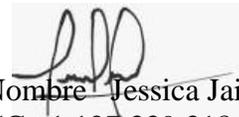
La presente autorización se da sin restricción de tiempo, ni territorio y de manera gratuita. Entiendo que puedo solicitar a la Corporación universitaria Unitec retirar mi obra en cualquier momento tanto de los repositorios como del catálogo si así lo decido.

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.

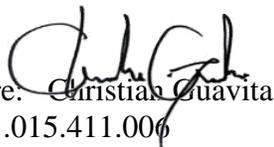
La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato electrónico, y en general para cualquier formato conocido o por conocer. Manifiesto que la obra objeto de la presente autorización es original y 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



Nombre: Jessica Jaimes  
CC. 1.127.339.318



Nombre: Christian Guavita  
CC. 1.015.411.006